



SKRIPSI - ME14 1501

SIMULASI DAN ANALISA PENGARUH JARAK GAP PENGELASAN DENGAN PENAMBAHAN BUILD UP PADA KUAT TARIK, DEFORMASI DAN STRUCTURE MATERIAL

Rio Vilda Bayu Anggara
NRP. 4212 105 014

Dosen Pembimbing
Irfan Syarif Arief, ST., MT.
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya2015



FINAL PROJECT - ME14 1501

SIMULATION AND ANALYSIS OF INFLUENCE OF WELDING GAP WITH THE ADDITION OF THE BUILD UP TO THE TENSILE STRENGTH, DEFORMATION AND MATERIAL STRUCTURE

Rio Vilda Bayu Anggara
NRP. 4212 105 014

Lectures
Irfan Syarif Arief, ST., MT.
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.

Department of Marine Engineering
Faculty of Ocean Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul : **Simulasi dan Analisa Pengaruh Jarak Gap Pengelasan Dengan Penambahan *Build Up* Pada Kuat Tarik, Deformasi dan *Structure Material***

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga atas segala sesuatu yang diberikan kepada penulis khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan manajemen yang baik kepada mahasiswa.
2. Bapak Irfan Syarif Arief, ST., MT. dan Ir. Agoes Santoso, M.Sc.M.Phil selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang membimbing penulis selama proses pembuatan laporan Tugas Akhir.
3. Dosen dan karyawan Laboratorium Pengelasan dan Konstruksi Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, terutama Bapak Rahmad Hariyadi, Muhammad Fauzi dan Bachtiar yang telah memberikan bantuan serta fasilitas pada penulis untuk melakukan proses pengelasan.
4. Ibu, Ayah, adik-adik, Sherly Citra Wuni dan seluruh keluarga yang telah memberikan support materi, spiritual, serta doa yang telah dipanjatkan kepada Allah SWT.
5. Teman-teman LJ angkatan 2012, senior, junior, dan seluruh teman-teman Teknik Sistem Perkapalan, serta semua pihak yang terkait baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna maka penulis mengharap segala bentuk saran dan kritik guna menyempurnakan Tugas Akhir ini, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan kajian bagi banyak pihak.

Penulis

LEMBAR PENGESAHAN

***SIMULASI DAN ANALISA PENGARUH JARAK GAP
PENGELASAN DENGAN PENAMBAHAN BUILD UP PADA
REAT TARIK, DEFORMASI DAN STRUCTURE MATERIAL***

SKRIPSI

***Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember***

Oleh :

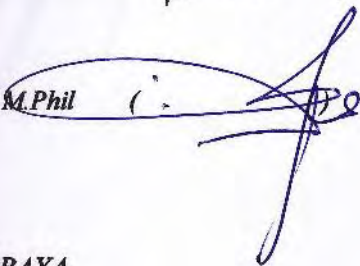
***RIO VILDA BAYU ANGGARA
NRP. 4212105014***

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. ***Irfan Syarief Arief, ST., MT.***



2. ***Ir. Agoes Santoso, M.Sc. M.Phil***



***SURABAYA
Januari, 2015***

LEMBAR PENGESAHAN

SIMULASI DAN ANALISA PENGARUH JARAK GAP PENGELASAN DENGAN PENAMBAHAN BUILD UP PADA LEAT TARIK, DEFORMASI DAN STRUCTURE MATERIAL

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

Oleh :

RIO VILDA BAYU ANGGARA
NRP. 4212 105 014

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng. (

SURABAYA
Januari, 2015

Simulasi dan Analisa Pengaruh Jarak Gap Pengelasan Dengan Penambahan *Build Up* Pada Kuat Tarik, Deformasi dan *Structure Material*

Nama Mahasiswa : Rio Vilda Bayu Anggara
NRP : 4212 105 014
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Irfan Syarif Arief, ST., MT.
2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc. M.Phil

ABSTRAK

Build Up pada pengelasan dilakukan karena terjadi ketidak sesuaian pada jarak gap pengelasan yang menyebabkan proses penyambungan sulit dilakukan. Jarak *root gap* pengelasan yang sesuai adalah ± 3 mm, pada jarak tersebut akar las atau *root* akan muncul dengan sempurna dan seiring hal tersebut penyambungan akan semakin baik dan apabila lebih besar dari jarak tersebut maka akan menimbulkan resiko cacat las yang lebih besar dan juga dapat menurunkan kekuatan dari sambungan pengelasan. Langkah awal dari penelitian dimulai dengan membuat 3 variasi pengelasan sebagai simulasi *Build Up*, pengelasan pertama adalah pengelasan dengan jarak gap normal yaitu 3 mm, selanjutnya pengelasan dengan sambungan *Build Up* 4 mm dan yang terakhir *Build Up* 5 mm. Proses pengelasan menggunakan pengelasan SMAW. Dari simulasi tersebut dilanjutkan dengan pembuatan specimen uji, pengujian menggunakan pengujian Tarik (*Tensile Test*) dan *Micro Etsa* untuk melihat *structure micro* hasil sambungan pengelasan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan data dengan nilai pengujian terbesar pada kondisi pengelasan normal gap 3 mm dengan nilai uji Tarik sebesar 508,80 MPa, *structure micro* yang didapat menunjukkan nilai *Ferit* dan *Pearlite* pada area HAZ dan *weld metal* sebesar *Ferit* 20,62 % dan *Pearlite* 79,38 % pada area HAZ dan *Ferit* 81,35 % dan *Pearlite* 18,65 % pada area *weld metal*.

Kata kunci: *Build Up, Root Gap, Weld Metal, HAZ, SMAW, Uji Tarik, Micro Etsa*

Halaman ini sengaja dikosongkan

Simulation and Analysis of Influence of Welding Gap With The Addition of The Build Up To The Tensile Strength, Deformation and Material Structure

Student Name : Rio Vilda Bayu Anggara
Registered Number : 4212 105 014
Department : Marine Engineering
Lectures : 1. Irfan Syarif Arief, ST., MT.
2. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil

ABSTRACT

Build Up to the welding is done because there is a discrepancy in the gap welding which causes the splicing difficult process. Distance corresponding root gap welding is ± 3 mm, the distance of the weld root or root will appear perfectly and as it is the connection will get better and if the distance is greater than the risk of weld defects will lead to greater and can also lower the strength of the welding connection. The initial step of the research began by making three variations of welding as simulation Build Up, the first weld is welding with normal gap distance is about 3 mm, then welding the connection Build Up last 4 mm and 5 mm Build Up. Welding process using SMAW. From the simulation is continued with the creation of the test specimen, the test using Pull test (Tensile Test) and Micro Etching to see the structure of micro welding connection results. Based on the test results obtained data with the value of the biggest test is in normal welding conditions gap of 3 mm with a value of tensile test 508.80 MPa, micro structure obtained demonstrate the value of Ferrite and Pearlite in the HAZ and weld metal area of Ferrite 20.62% and Pearlite 79, 38% in the HAZ area and Ferrite and Pearlite 81, 35% 18, 65% in the area of weld metal.

Keywords : Build Up, Root Gap, Weld Metal, HAZ, SMAW, Tensile Test, Micro Etching

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengelasan.....	7
2.2 Pengelasan SMAW.....	9
2.3 Kampuh Las / Bevel	10
2.4 Build Up	12
2.5 Tensile Test	13
2.6 Deformasi	19
2.7 Micro Etsa	20
2.8 Spesifikasi Material ASTM A36 Mild Steel	22
BAB III METODOLOGI	25
3.1 <i>Flowchart</i> Alur Pengerjaan	25
3.2 Tahapan Proses Pengerjaan	26
3.2.1 Awal Pengerjaan.....	26
3.2.2 Studi Literatur	27
3.2.3 Studi Lapangan	27
3.2.4 Persiapan Material dan Alat.....	27
3.2.5 Proses Pengelasan.....	37
3.2.6 Proses Uji Tarik	39
3.2.7 Proses Uji Micro Etsa	40

3.2.8 Analisa	40
3.2.9 Kesimpulan	41
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Dimensi Benda Uji	43
4.1.1 Spesimen Uji Tarik	43
4.1.2 Spesimen Uji Micro Etsa	45
4.2 Jumlah Spesimen Benda Uji.....	46
4.3 Pengamatan Hasil Deformasi Build Up.....	49
4.4 Pengamatan Hasil Micro Etsa.....	50
4.4.1 Hasil Pengamatan Uji Mikro Etsa Normal Gap	50
4.4.2 Hasil Pengamatan Uji Mikro Build Up 4 mm	53
4.4.3 Hasil Pengamatan Uji Mikro Build Up 5 mm	55
4.5 Analisa Hasil Uji Tarik.....	59
4.5.1 Spesimen Uji Tarik Normal Gap	60
4.5.2 Spesimen Uji Tarik Build Up 4 mm	63
4.5.3 Spesimen Uji Tarik Build Up 5 mm	67
4.5.4 Pembahasan Pengujian	70
4.6 Aplikasi Material pada Badan Kapal	74
4.7 Analisis Biaya Pengerjaan.....	75
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	83
 DAFTAR PUSTAKA.....	 xx
BIODATA PENULIS.....	xx
LAMPIRAN	

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pengelasan.....	7
Gambar 2.2	Pengelasan SMAW.....	9
Gambar 2.3	Jenis Kampuh Las	11
Gambar 2.4	Root Gap Pengelasan.....	12
Gambar 2.5	Build Up Root Gap Pengelasan.....	13
Gambar 2.6	Alat Tensile Test	14
Gambar 2.7	Grafik Tensile Test.....	15
Gambar 2.8	Struktur Mikro Logam.....	21
Gambar 2.9	Chemical Composition ASTM A36	23
Gambar 2.10	Mechanical Properties ASTM A36	23
Gambar 3.1	<i>Flow chart</i> alur pengerjaan.....	25
Gambar 3.2	Persiapan Material	26
Gambar 3.3	Material Uji	28
Gambar 3.4	Mesin SMAW.....	28
Gambar 3.5	Elektrode Kobe.....	29
Gambar 3.6	Gerinda	30
Gambar 3.7	Stopwatch	31
Gambar 3.8	Palu.....	32
Gambar 3.9	Mesin Potong.....	32
Gambar 3.10	Mesin Frais	33
Gambar 3.11	Mikroskop Uji Micro Etsa.....	34
Gambar 3.12	Mesin Uji tarik.....	35
Gambar 3.13	Sikat Baja	35
Gambar 3.14	Alat Pelindung Diri (APD).....	36
Gambar 3.15	Dimensi Material	37
Gambar 3.16	Rencana Pengelasan Normal Method.....	38
Gambar 3.17	Rencana Pengelasan Build Up 4 mm	38
Gambar 3.18	Rencana pengelasan Build Up 5 mm.....	38
Gambar 3.19	Dimensi Material Spesimen Uji Tarik.....	39
Gambar 3.20	Perencanaan Uji Micro	40
Gambar 4.1	Tabel Spesimen Uji Tarik.....	43
Gambar 4.2	Drawing Benda Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>)	44
Gambar 4.3	Dimensi Benda Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>).....	44
Gambar 4.4	Dimensi benda Uji Micro (<i>Micro Test</i>).....	45
Gambar 4.5	Benda Uji Micro (<i>Micro Test</i>).....	45

Gambar 4.6	Spesimen Uji Tarik (A). Build Up 4 mm, (B). Build Up 5 mm, (C). Normal Gap.....	47
Gambar 4.7	Spesimen Uji Micro Etsa (A). Build Up 4 mm, (B). Build Up 5 mm, (C). Normal Gap	48
Gambar 4.8	Hasil Foto Macro Normal Gap.....	51
Gambar 4.8A	Hasil Foto Micro Etsa Normal Gap Pada Area HAZ.....	51
Gambar 4.8B	Hasil Foto Micro Etsa Normal Gap Pada Area <i>Weld Metal</i>	52
Gambar 4.9	Hasil Foto Macro Build Up 4 mm.....	53
Gambar 4.9A	Hasil Foto Micro Etsa Build Up 4 mm Pada Area HAZ.....	54
Gambar 4.9B	Hasil Foto Micro Etsa Build Up 4 mm Pada Area <i>Weld Metal</i>	54
Gambar 4.10	Hasil Foto Macro Build Up 5 mm.....	56
Gambar 4.10A	Hasil Foto Micro Etsa Build Up 5 mm Pada Area HAZ.....	56
Gambar 4.10B	Hasil Foto Micro Etsa Build Up 5 mm Pada Area <i>Weld Metal</i>	57
Gambar 4.11	<i>Continuous Cooling-transformation Diagram (CCT)</i>	59
Gambar 4.12	Hasil Pengelasan Normal Gap.....	60
Gambar 4.13	Hasil Pengujian Normal Gap.....	63
Gambar 4.14	Hasil Pengelasan Build Up 4 mm.....	64
Gambar 4.15	Hasil Pengujian Build Up 4 mm.....	66
Gambar 4.16	Hasil Pengelasan Build Up 5 mm.....	67
Gambar 4.17	Hasil Pengujian Build Up 5mm.....	70
Gambar 4.18	Grafik Kuat Tarik Terhadap Variasi Jarak Build Up	71
Gambar 4.19	Grafik Kuat Tarik Pengelasan Normal Gap 3 mm ...	72
Gambar 4.20	Grafik Kuat Tarik Pengelasan Build Up 4 mm	72
Gambar 4.21	Grafik Kuat Tarik Pengelasan Build Up 5 mm	73
Gambar 4.22	Aplikasi Material Pada Badan Kapal	74

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Jumlah Spesimen Uji Penelitian	46
Tabel 4.2	Perbedaan Deformasi.....	49
Tabel 4.3	Analisa Hasil Uji Micro Normal Gap.....	53
Tabel 4.4	Analisa Hasil Uji Micro Build Up 4 mm.....	55
Tabel 4.5	Analisa Hasil Uji Micro Build Up 5 mm.....	58
Tabel 4.6	Data Proses Pengelasan Normal Gap	60
Tabel 4.7	Data Proses Pengelasan Build Up 4 mm	63
Tabel 4.8	Data Proses Pengelasan Build Up 5 mm	67
Tabel 4.9	Analisa Biaya Proses Pengelasan dan Pengujian.....	76

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam proses pembuatan dan reparasi suatu bangunan yang menggunakan material logam terutama besi dan baja (*Steel*) dewasa ini semakin banyak inovasi dan rekayasa teknik dalam upaya memudahkan proses pengerjaan pembuatan bangunan baru atau pengerjaan reparasi pada bangunan lama. Inovasi dan rekayasa yang digunakan antara lain proses pengelasan dan perencanaan jarak kampuh pengelasan atau *Gap* dari pelat atau batang baja yang akan di las. Selain pengelasan yang benar dan sesuai dengan standard, pengaruh jarak dari gap juga akan berpengaruh terhadap kualitas dan keamanan dari hasil pengelasan agar tidak terjadi kerugian yang berimbas pada manusia dan lingkungan sekitar. Material logam tersebut apabila dilakukan proses pengelasan tentunya akan terjadi perubahan pada structure didalamnya yang apabila tidak sesuai dengan yang diinginkan kualitas dan mutu dari hasil pengelasan tidak bias tercapai. Hal ini besar kaitannya dengan pengaruh dari jarak gap pengelasan.

Jika mengacu pada standard yang digunakan dalam proses pengelasan yaitu ASME IX Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators dijelaskan bahwa jarak gap ± 3 mm. pemberian variasi pada jarak gap akan menyebabkan perbedaan perubahan structure dari *Base Metal*. semakin besar jarak yang diberikan maka kemungkinan terjadi *Defect* atau cacat terutama *Incomplete Fusion* semakin besar dan apabila pemberian gap terlalu kecil juga akan menimbulkan terjadinya *Defect* antara lain akan terjadi *Incomplete Penetration*. Tetapi untuk upaya mempercepat dan menghemat pengerjaan sering dijumpai upaya – upaya yang dilakukan pada proses pengelasan sambungan pelat dengan memperlebar jarak gap pengelasan yang diberikan

Build Up atau penambahan lapisan luar kampuh las, dimana hal ini belum banyak dilakukan pengkajian bagaimana kemungkinan yang ditimbulkan dari tindakan tersebut. dari pengertian tersebut maka penulis akan mengkaji bagaimana simulasi dan analisa pengaruh jarak gap pengelasan dengan penambahan *Build Up* pada kuat tarik, deformasi dan *structure material* [1].

1.2 Perumusan Masalah

Analisa ini akan mengemukakan mengenai pengaruh jarak gap pengelasan dengan penambahan *Build Up* pada kuat tarik, deformasi dan *structure material*. Adapun masalah-masalah yang dibahas antara lain :

1. Bagaimana pengaruh penambahan *Build Up* pada gap pengelasan dalam hal kuat tarik material ?
2. Variasi pada jarak Root Gap dibuat 3 mm, 4 mm dan 5 mm
3. Bagaimana pengaruh penambahan *Build Up* pada gap pengelasan terhadap deformasi yang terbentuk ?
4. Bagaimana pengaruh penambahan *Build Up* pada gap pengelasan terhadap *structure material* ?
5. Seberapa besar perbedaan dari masing-masing permasalahan dibandingkan dengan pengelasan pelat dengan tanpa penambahan *Build Up* ?

Dari judul tersebut juga dibatasi beberapa permasalahan yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian menggunakan specimen berupa pelat ASTM A36 *Mild Steel* pada pengujian kuat tarik material
2. Pengujian hanya menggunakan material jenis ASTM A36 *Mild Steel* dengan pengamatan terjadinya deformasi dan perubahan *structure material*
3. Perbandingan tiap-tiap point permasalahan dibandingkan juga dengan pemakaian jenis material ASTM A36 *Mild Steel*

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan *Build Up* terhadap pengujian kuat tarik pada hasil pengelasan pada material ASTM A36 *Mild Steel*
2. Mengetahui dampak dari deformasi yang terbentuk dan perubahan *structure material* pada penambahan *Build Up*
3. Memperoleh hasil dari penelitian dengan perbandingan perlakuan pengelasan material dengan dan tanpa penambahan *Build Up*

1.4 Manfaat

Manfaat dan kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Sebagai acuan atau referensi dalam pengerjaan fabrikasi pengelasan sambungan pelat terutama di bidang perkapalan
- 2 Memudahkan pengerjaan reparasi untuk proses pengelasan pada kapal

1.5 Batasan Masalah

Dalam pengerjaannya Tugas Akhir ini akan dibatasi dalam beberapa batasan masalah dengan tujuan untuk memfokuskan permasalahan yang dikaji :

1. Pengujian menggunakan material ASTM A36 *Mild Steel*
2. Pengelasan menggunakan proses SMAW saja
3. Pengujian yang dilakukan hanya uji tarik dan micro etsa
4. Ketebalan material 10 mm

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu [10]. Lihat gambar 2.1.

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya [2].

Disamping untuk pembuatan, proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran. Membuat lapisan las pada perkakas mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam-macam reparasi lainnya.



Gambar 2.1 Proses Pengelasan

Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat lasdengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya.

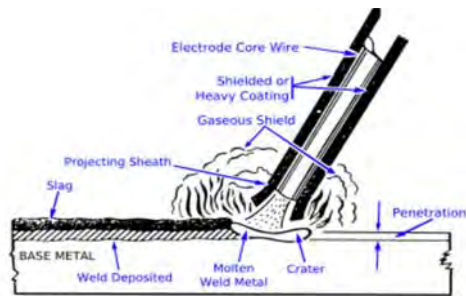
Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan.

Karena itu didalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara-cara pengelasan. Cara ini pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas [5].

2.2 Pengelasan SMAW

SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput, ditunjukkan pada gambar 2.2. Tipe-tipe lain dari pengelasan dengan busur arus listrik adalah submerged arc welding SAW, gas metal arc welding GMAW-MIG, gas tungsten arc welding dan plasma arc. Didalam pengelasan SMAW ini terjadi gas penutupi ketika elektroda terselaput itu mencair, sehingga dalam proses ini tidak diperlukan tekanan/pressure gas inert untuk mengusir oksigen atau udara yang dapat menyebabkan korosi atau gelembung-gelembung didalam hasil las-lasan.

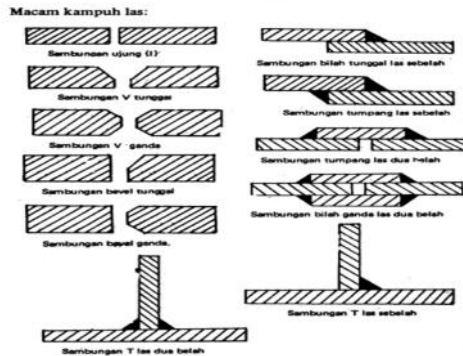


Gambar 2.2 Pengelasan SMAW [6]

Prose pengelasan terjadi karena arus listrik yang mengalir diantara elektroda dan bahan las membentuk panas sehingga dapat mencapai 3000°C , sehingga membuat elektroda dan bahan yang akan dilas mencair. Berdasarkan jenis arus-nya, pengelasan ini dibagi atas arus AC dan DC, dimana arus DC dibedakan atas Straight polarity- polaritas langsung dan Reverse polarity - polaritas terbalik. Sedang mesin lasnya terbagi atas dua jenis yaitu constant current - arus tetap dan constant voltage - tegangan tetap, dimanapada setiap pengelasan busur arus listrik jika terjadi busur yang membesar akan menurunkan arus dan menaikkan tegangan serta pada busur yang memendek akan meningkatkan arus dan menurunkan tegangan [6].

2.3 Kampuh Las / Bevel

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh logam las, kampuh las awalnya adalah berupa kubungan las yang kemudian diisi dengan logam las. Sambungan las dengan menggunakan alur kampuh dikategorikan kedalam sambungan las tumpul. Sambungan las tumpul adalah jenis sambungan paling efisien. Sambungan ini dibagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian. Ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini :



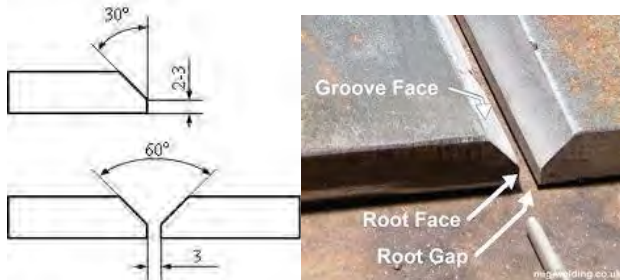
Gambar 2.3 Jenis Kampus Las [7]

Pada dasarnya dalam memilih bentuk kampuh harus menuju kepada penurunan masukan panas dan penurunan logam las sampai kepada harga terendah dan tidak menurunkan mutu sambungan. Untuk kampuh-kampuh las pada saat pembakarannya dapat mengisi pada seluruh tebalnya pelat. Sebelum pengelasan dilaksanakan kampuh las harus melalui proses pengerjaan awal. Karat, minyak, cat harus dihilangkan. Untuk memperoleh pembakaran yang baik, pemilihan ukuran electrode yang sesuai sangat diperlukan [7].

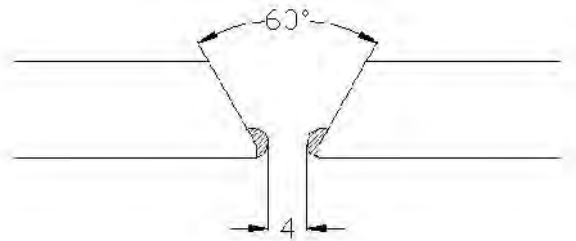
2.4 Build Up

Build Up pada sambungan pengelasan adalah pemberian penambahan lapisan lasan pada area kampuh pengelasan atau bevel yang dilakukan untuk memenuhi kriteria dari root gap requirement pada WPS (Welding Procedure Specification). Dalam kondisi nyatanya root gap pada sambungan pelat pada pengelasan yaitu $\pm 3\text{mm}$ sehingga selama proses pengelasannya tersebut root atau akar las akan muncul dan memenuhi dari prosedur yang diterapkan, tetapi sering kali jarak root gap dari sambungan tersebut tidak memenuhi kriteria 3mm yang disyaratkan, kebanyakan kondisinya jarak root gap terlalu lebar sehingga demi memenuhi jarak gap yang kurang sesuai tersebut

dilakukan tindakan build up tersebut. Berikut adalah gambar yang menunjukkan root gap yang sesuai dan dengan penambahan build up. Lihat gambar 2.4 dan gambar 2.5 dibawah:



Gambar 2.4 Root Gap Pengelasan



Gambar 2.5 Build Up Root Gap Pengelasan

2.5 Tensile Test

Pengujian tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut. Pada uji tarik (Tensile Test) kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat penegang seperti ditunjukkan pada gambar 2.6. Regangan diterapkan melalui kepala silang yang digerakkan motor dan alongasi benda uji, dengan pergerakan relatif dari benda uji [8].



Gambar 2.6 Alat Tensile Test [8]

Beban yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tersebut, ditentukan dari difleksi suatu balok atau proving ring, yang diukur dengan menggunakan metode hidrolik, optik atau elektromekanik. Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan ini bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman yang kuat dan kekakuan yang tinggi (highly stiff) [4].



Gambar 2.7 Grafik Tensile Test [8]

Pada pengujian tarik nantinya akan diperoleh sifat mekanik dari logam, lihat gambar 2.7. Beberapa sifat mekanik tersebut adalah:

A. Sifat Mekanis di daerah Elastis:

- Kekuatan elastis : kemampuan batang untuk menerima beban / tegangan tanpa berakibat terjadinya deformasi plastis (perubahan bentuk yang permanen). Ditunjukkan oleh titik luluh (yield).
- Kekakuan (stiffness) : suatu batang yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi plastis, tetapi hanya sedikit.
- Resilience : kemampuan bahan untuk menyerap energi tanpa menyebabkan terjadinya deformasi plastis. Dinyatakan dengan besarnya luasan di bawah grafik daerah elastik (Modulus Resilien)

B. Sifat mekanik di daerah plastis:

- Kekuatan tarik (Tensile strength)
Kemampuan batang untuk menerima beban/ tegangan tanpa mengakibatkan batang rusak atau putus. Kekuatan tarik maksimum ditunjukkan sebagai tegangan maksimum (ultimate stress) pada kurva tegangan-regangan.
- Keuletan (Ductility)
Kemampuan bahan untuk berdeformasi tanpa menjadi patah. Dapat diukur dengan besarnya tegangan plastis yang terjadi setelah batang uji putus. Ditunjukkan sebagai garis elastik pada grafik tegangan-regangan.
- Ketangguhan (Toughness)
Kemampuan menyerap energi tanpa mengakibatkan patah, dapat diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji. Ketangguhan dinyatakan

dengan modulus ketangguhan yaitu banyaknya energi yang dibutuhkan untuk mematahkan satu satuan volume bahan. Ditunjukkan sebagai keseluruhan luasan di bawah kurva tegangan-regangan.

Dalam pengujian tarik sebagai teori dasar dalam pengujian ini mengacu pada hukum hooke dibawah ini :

• Gaya

Gaya adalah dorongan atau tarikan yang diberikan pada suatu benda. Untuk melakukan suatu gaya, diperlukan tenaga. Satuan gaya dinyatakan dalam Newton (N). Gaya dapat memengaruhi gerak dan bentuk benda. Gerak adalah perpindahan posisi atau kedudukan suatu benda. Bentuk benda adalah gambaran wujud suatu benda.

Suatu benda saat dikenai gaya yang cukup dapat mengakibatkan benda tersebut berubah bentuk. Semakin besar gaya yang dikenakan semakin besar pula perubahan bentuk pada benda tersebut.

Rumus gaya :

$$F = m \times a \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : F = gaya (N)
 m = massa benda (g)
 a = percepatan (m/s^2)

• Tegangan

Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebanan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebanan tekan terjdadio tegangan tekan, begitu pula pada pembebanan yang lain. Secara umum tegangan dirumuskan sebagai berikut :

$$= \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : = tegangan (N/m^2)
 F = gaya (N)
 A = luas penampang benda (m^2)

2.7 Micro Etsa

Sifat-sifat fisis dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam (paduan) di tunjukkan dengan besar, bentuk dan orientasi butirannya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa faktor seperti, elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan [9].

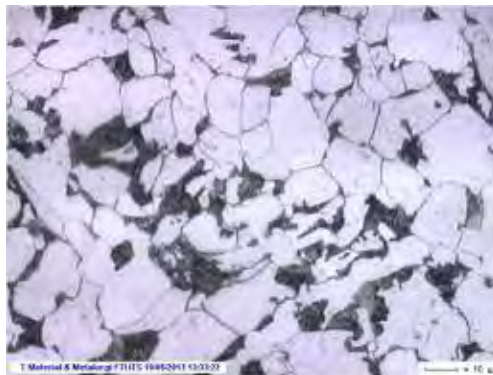
Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi. Ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah

Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah:

- a. Pemotongan (Sectioning)
- b. Pengamplasan (Grinding)
- c. Pemolesan (Polishing)
- d. Etsa (Etching)
- e. Pemotretan.

Selain itu ada dua jenis penggolongan micro etsa yaitu :

1. Etsa tidak merusak (Non Destructive Etching)
2. Etsa merusak (Destructive Etching)



Gambar 2.8 Struktur Micro Logam

Struktur mikro logam las biasanya kombinasi dari struktur mikro dibawah ini:

- a) Batas butir ferit, terbentuk pertama kali pada transformasi Austenit ferit biasanya terbentuk sepanjang batas austenit pada suhu 650–1000 °C
- b) Ferit Widmanstatten atau ferrite with aligned second phase, struktur mikro ini terbentuk pada suhu 650 -750 °C di sepanjang batas butir austenit, ukurannya besar dan pertumbuhannya cepat sehingga memenuhi permukaan butirnya.
- c) Ferit acicular, berbentuk intragranular dengan ukuran yang kecil dan mempunyai orientasi arah yang acak. Biasanya ferit acicular ini terbentuk sekitar suhu 650°C dan mempunyai ketangguhan paling tinggi dibandingkan struktur mikro yang lain.
- d) Bainit, merupakan ferit yang tumbuh dari batas butir austenite dan terbentuk pada suhu 400-500°C. Bainit mempunyai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan ferit, tetapi lebih rendah dibanding martensit.
- e) Martensit akan terbentuk, jika proses pengelasan dengan pendinginan sangat cepat struktur ini mempunyai sifat sangat keras dan getas sehingga ketangguhannya rendah.

2.8 Spesifikasi Material ASTM A36 Mild Steel

Baja karbon ASTM A36 *Mild Steel* memiliki density atau kepadatan sebesar 7.800 kg / m³, baja karbon ini memiliki kandungan karbon sebesar $\pm 0,2\%$. Diketahui bahwa baja karbon yang memiliki kandungan karbon 0,3% atau kurang digolongkan sebagai baja karbon rendah atau umumnya dikenal dengan sebutan Mild Steel, material ini biasanya digunakan sebagai pembuatan konstruksi jembatan, oil rigs, kapal dan

sebagai frame. Baja karbon mild steel sering digunakan untuk banyak pekerjaan konstruksi karena material ini mudah didapat dan relative murah selain itu kemampuan pengelasannya atau weldability material ini sangat baik [3]. Berikut keterangan mengenai kriteria dalam chemical composition dan mechanical properties dari ASTM A36 ditunjukkan pada gambar 2.9 dan gambar 2.10 dibawah ini.

Element	Content
Carbon, C	0.25 - 0.290 %
Copper, Cu	0.20 %
Iron, Fe	98.0 %
Manganese, Mn	1.03 %
Phosphorous, P	0.040 %
Silicon, Si	0.280 %
Sulfur, S	0.050 %

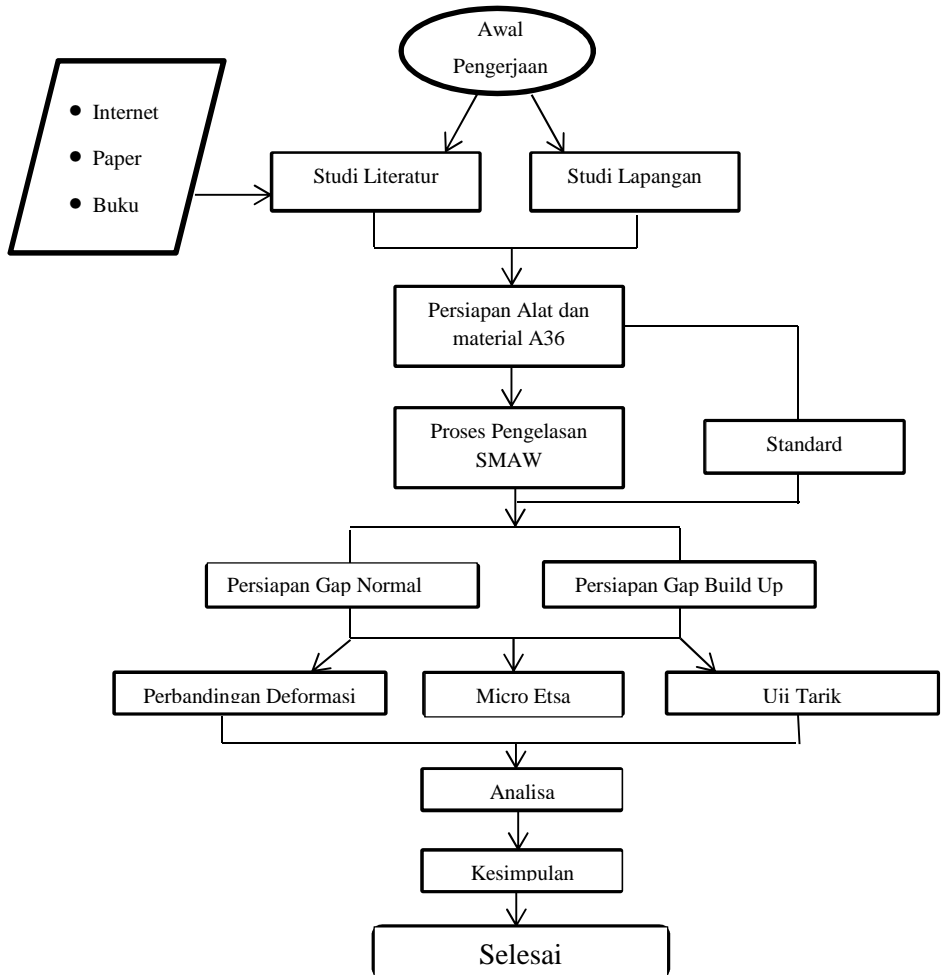
Gambar 2.9 Chemical Composition ASTM A36 [3]

Mechanical Properties	Metric	Imperial
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi
Tensile Strength, Yield	250 MPa	36300 psi
Elongation at Break (in 200 mm)	20.0 %	20.0 %
Elongation at Break (in 50 mm)	23.0 %	23.0 %
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi
Bulk Modulus (typical for steel)	140 GPa	20300 ksi
Poissons Ratio	0.260	0.260
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi

Gambar 2.10 Mechanical Properties ASTM A36 [3]

BAB III METODOLOGI

3.1 Flowchart Alur Pengerjaan



Gambar 3.1 *Flow chart* alur pengerjaan

Dari gambar 3.1 diatas metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode berbasis pengujian terhadap material ini dengan melakukan beberapa perlakuan yang berbeda dari beberapa material setelah itu akan dilakukan perbarbandingan dan analisa dengan hasil pengujian tarik, Micro Etsa dan deformasi.

3.2 Tahapan Proses Pengerjaan

Untuk tahapan Pengerjaan akan dibagi menjadi beberapa proses yaitu akan dijelaskan sebagai berikut :

3.2.1 Awal Pengerjaan

Awal kegiatan yang dilakukan dalam mengidentifikasi masalah yang diangkat dalam skripsi ini adalah menentukan jenis material, proses pengelasan, perlakuan yang akan dilakukan pada material, dan metode pengujian pada material. Ditunjukan pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3.2 Persiapan Material

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari tentang teori-teori dasar permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Dengan tujuan untuk mendapatkan pengetahuan dasar dan data dari peneltia-penelitian sebelumnya yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya. Pada tahap ini dilakukan studi

terhadap referensi-referensi yang terdapat pada jurnal skripsi, internet, dan buku-buku materi penunjang.

3.2.3 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mempelajari lebih dalam tentang permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Dengan tujuan untuk menambahkan pengetahuan tentang-tentang teori dengan pengaplikasian yang terdapat di lapangan untuk penyempurnaan penelitian yang diangkat ini. Pada tahap ini dilakukan pengamatan, pengambilan data, dan observasi ke lapangan yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

3.2.4 Persiapan Material dan Alat

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat dan material yang akan digunakan selama proses pengerjaan penelitian ini.

- Alat dan Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :
 - material *carbon steel* yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini :



Gambar 3.3 Material Uji

- Mesin las SMAW, salah satu proses pengelasan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah SMAW. Gambar 3.4 dibawah ini adalah gambar mesin las SMAW



Gambar 3.4 Mesin SMAW

➤ Spesifikasi Mesin Las

- SMAW

Model	:LHF 400	
Voltase	:27	Volt
Arus	:180	Ampere
Polaritas	:DCEP	
- Elektrode pengumpan pada proses las SMAW yang akan digunakan pada penelitian ini adalah elektrode kobe RB26 6013 dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini :



Gambar 3.5 Elektrode Kobe

➤ Spesifikasi Elektroda

- SMAW

Merk	:Kobe Steel
Type	:RB 26
Panjang	:300 mm
Diameter	:2,6 mm (E 1716 untuk <i>root pass</i>)
	:3,2 mm (E 1718 untuk <i>hot capping</i>)
Nilai Tensile	:70000 Psi

- Gerinda, akan digunakan pada penelitian ini untuk menghilangkan dan membersihkan sisa grid atau kotoran pada sebelum dan sesudah proses pengelasan. Gambar gerinda yang akan digunakan terdapat pada gambar 3.6 dibawah ini :



Gambar 3.6 Gerinda

- Stopwatch, digunakan pada penelitian ini untuk menghitung lama waktu pengelasan untuk menghitung lama waktu interpass pada setiap proses pengelasan yang dilakukan. Gambar stopwatch dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini :



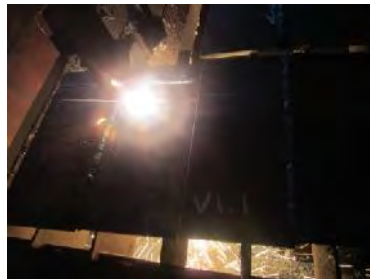
Gambar 3.7 Stopwatch

- Palu, digunakan pada penelitian ini untuk keperluan secara umum pada sebelum dan sesudah proses pengelasan. Gambar palu terdapat pada gambar 3.8 dibawah ini
- :



Gambar 3.8 Palu

- Mesin potong, dalam penelitian ini digunakan untuk memotong material yang sudah dilas untuk dijadikan specimen untuk pengujian selanjutnya. Gambar mesin potong terdapat pada gambar 3.9 dibawah ini :



Gambar 3.9 Mesin potong

- Mesin Frais, pada penelitian ini digunakan untuk proses machining dari hasil pemotongan material yang telah dilas untuk dibentuk sesuai dengan syarat dimensi specimen yang digunakan pada pengujian. Gambar mesin frais yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini :



Gambar 3.10 Mesin Frais

- Mesin uji micro etsa, dalam penelitian ini uji micro salah satu yang akan dianalisa. Microscrope uji micro diperlukan untuk mendapatkan hasil micro dalam material yang dilas. Ditunjukkan pada gambar 3.11 dibawah ini :



Gambar 3.11 Mikroskop Uji Micro Etsa

- Mesin uji tarik, pada penelitian ini hasil uji tarik adalah salah satu yang akan dianalisa. Dalam pengujian tarik akan mendapatkan data yang dapat dianalisa selanjutnya. Gambar mesin uji tarik dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini:



Gambar 3.12 Mesin Uji tarik

- Sikat baja, dalam penelitian ini digunakan untuk membersihkan kotoran yang ada pada material setelah proses pengelasan. Gambar sikat baja dapat dilihat pada gambar 3.13 dibawah ini :



Gambar 3.13 Sikat baja

- Alat pelindung diri (APD), dalam semua proses pengelasan dan kegiatan lainnya yang dilakukan di bengkel diwajibkan memakai alat pelindung diri untuk keselamatan dan kesehatan

kerja. Gambar alat pelindung diri dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini :



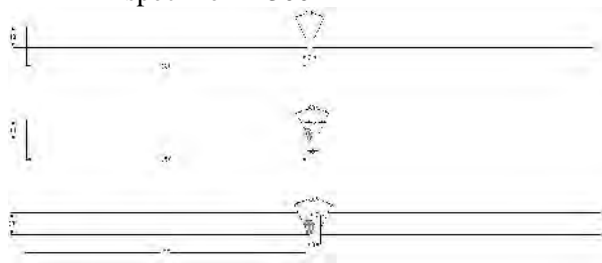
Gambar 3.14 Alat Pelindung Diri (APD)

➤ **Persiapan material**

Material yang akan digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah ASTM A36. Sebelum material dilakukan proses pengelasan dalam SMAW perlu dilakukannya persiapan join dalam pengelasan, hal itu bertujuan untuk memudahkan proses pengerjaan pengelsannya dan perencanaan dimensi material juga direncanakan sesuai dengan kebutuhan dari specimen yang akan dilakukan untuk mengambil data yang akan dinalisa. Seperti ditunjukkan pada gambar 3.15 dibawah ini :

Dengan keterangan :

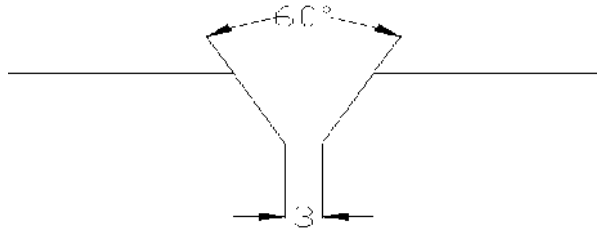
- ✓ t specimen = 10 mm
- ✓ B specimen = 150 mm
- ✓ L specimen = 300 mm



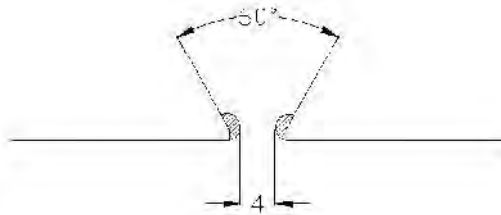
Gambar 3.15 Dimensi material

3.2.5 Proses Pengelasan

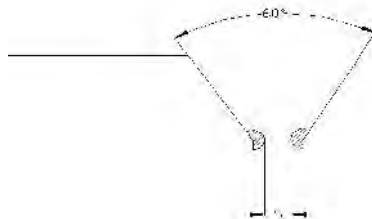
Pada tahap ini, akan melakukan pengerjaan pengelasan pada material tersebut. Dan proses pengelasan yang akan dilakukan dalam penelitian ini SMAW dilakukan 3 variasi seperti ditunjukkan pada gambar 3.16, gambar 3.17 dan gambar 3.18 dibawah ini :



Gambar 3.16 Rencana Pengelasan Normal Method



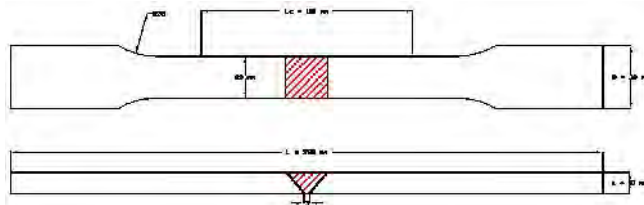
Gambar 3.17 Rencana Pengelasan Build Up 4 mm



Gambar 3.18 Rencana Pengelasan Build Up 5 mm

3.2.6 Proses Uji Tarik

Dalam tahap ini dilakukan pengujian merusak (destructive test) uji tarik untuk mengetahui kekuatan material yang telah dilakukan pengujian. Standart yang digunakan untuk pengujian tensile pada row material mengacu pada ASTM A370: Standart Test Method And Definition for Machanical Testing of Steel Product [3]. Detail dari dimensi pengujian dapat dilihat pada gambar 3.19 dibawah ini :



Gambar 3.19 Dimensi Material Spesimen Uji Tarik

Direncanakan jumlah specimen untuk pengujian Tarik adalah sebanyak 18 buah specimen uji, jumlah tersebut berdasarkan dari ketiga variasi (Normal, *Build Up* 4 mm, *Build Up* 5 mm) dibentuk specimen uji masing-masing 6 spesimen uji Tarik.

3.2.7 Proses Uji Micro Etsa

Dalam tahap ini dilakukan pengujian micro etsa, material akan diperbesar struktur micronya untuk dapat dianalisa. Untuk jumlah speciment uji micro etsa dalam penelitian ini berjumlah 1 speciment di setiap join yang dilakukan dalam proses pengelasan. Gambar 3.20 dibawah menunjukkan perencanaan specimen uji micro.



Gambar 3.20 Perencanaan Uji Micro

3.2.8 Analisa

Dari semua proses pengujian yang telah dilakukan maka dilakukan analisa. Dari proses analisa akan diperoleh beberapa data yang diperlukan dalam menunjang permasalahan dan nantinya akan digunakan sebagai bukti penelitian. Data-data yang diperoleh antara lain :

- Data hasil pengelasan Build Up ASTM A36 *Mild Steel*
- Data hasil uji tarik Build Up ASTM A36 *Mild Steel*
- Data hasil uji micro etsa Build Up ASTM A36 *Mild Steel*

3.2.9 Kesimpulan

Setelah semua tahap dilakukan, selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan. Dari kesimpulan ini maka akan didapat juga rekomendasi perbaikan sebagai bahan untuk penelitian selanjutnya

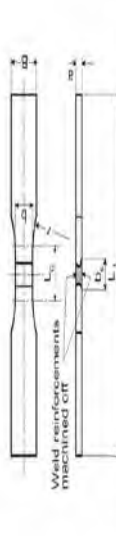
BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Dimensi Material

4.1.1 Spesimen Uji Tarik

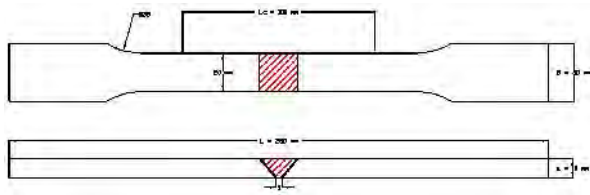
Melihat dari buku acuan yang digunakan sebagai standard dimensi pengujian material yaitu BKI 2006, Volume VI [4], Section 11, maka untuk dimensi benda uji Tarik adalah sebagai berikut, ditunjukkan pada gambar 4.1 :



Specimen thickness a	≤ 5	≤ 5 to ≤ 10	≥ 10 to ≤ 20	≥ 20 to ≤ 30
Specimen width b	15	20	25	30
Gauge length L_c	Weld width $b_s = 80 \text{ mm}$ ¹⁾			
Head width B	≥ 25	≥ 30	≥ 35	≥ 40
Total length L_1	$\geq L_c + 180$			
Radius at shoulder r	≥ 3.5			
¹⁾ b_s measured on the side of the weld with the greater seam width.				
Note : Measurements in mm				

Gambar 4.1 Tabel Standard specimen Uji Tarik

Berdasarkan ukuran ketebalan pelat yang digunakan adalah 10 mm, maka dimensi dari benda uji Tarik adalah sebagai berikut, ditunjukkan pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 :



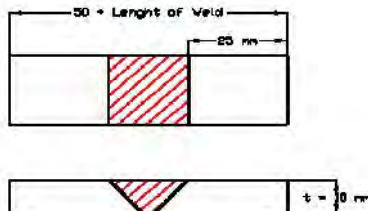
Gambar 4.2 Drawing Benda Uji Tarik (*Tensile Test*)



Gambar 4.3 Dimensi Benda Uji Tarik (*Tensile Test*)

4.1.2 Spesimen Uji Micro Etsa

Ukuran dimensi untuk uji micro etsa dilihat dari acuan ASME Section IX, 2010, maka untuk ukuran dimensi benda uji adalah sebagai berikut, ditunjukkan pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 :



Gambar 4.4 Dimensi Benda Uji Micro (*Micro Test*)



Gambar 4.5 Benda Uji Micro (*Micro Test*)

4.2 Jumlah Spesimen Benda Uji

Jumlah benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 27 benda uji, dengan perincian sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.1 :

Tabel 4.1 Jumlah Spesimen Uji Penelitian

Perlakuan Pengelasan	Tensile Test			Micro Test		
	1	2	3	1	2	3
Normal Gap 3mm	2	2	2	1	1	1
Build Up Gap \pm 4mm	2	2	2	1	1	1
Build Up Gap \pm 5 mm	2	2	2	1	1	1
Σ Total Spesimen	27 Spesimen					

Pada gambar 4.6 dan gambar 4.7 dibawah ini akan ditunjukkan keseluruhan material yang akan diuji.



(A)



(B)



(C)

Gambar 4.6 Spesimen Uji Tarik (A). Build Up 4 mm, (B). Build Up 5 mm, (C). Normal Gap



(A)



(B)



(C)

Gambar 4.7 Spesimen Uji Micro Etsa (A). Build Up 4 mm, (B). Build Up 5 mm, (C). Normal Gap

4.3 Pengamatan Hasil Deformasi Build Up

Setelah semua pengelasan selesai dilakukan akan dibandingkan pengaruh dari dampak banyaknya perbedaan layer / filler pada sambungan pengelasan diukur berapa rata-rata derajat deformasi yang terjadi, dari pengamatan tersebut diperoleh data sebagai berikut, ditunjukkan pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Perbedaan Deformasi

Perlakuan Pengelasan	Deformasi Perubahan Sudut (°)		
	1	2	3
Normal Gap 3 mm	$0 \pm 3^\circ$	$0 \pm 3^\circ$	$0 \pm 2^\circ$
Build Up Gap ± 4 mm	$0 \pm 4^\circ$	$0 \pm 3^\circ$	$0 \pm 5^\circ$
Build Up Gap ± 5 mm	$0 \pm 4^\circ$	$0 \pm 5^\circ$	$0 \pm 5^\circ$

Dari pengamatan diatas diketahui bahwa jarak dan banyaknya layer pada sambungan pengelasan akan menimbulkan kemiringan dari sumbu normal pengelasan, akibat adanya perbedaan jumlah layer ini menimbulkan penambahan panas pada base metal yang mengakibatkan pemuaian dan tegangan sisa dari hasil pengelasan. analisa lebih lanjut menunjukkan :

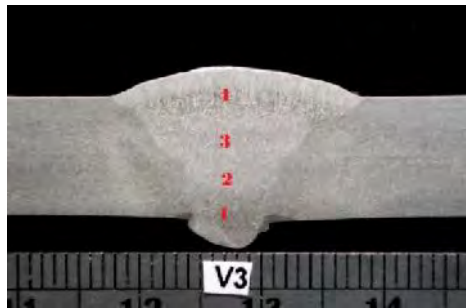
- Deformasi pada normal gap 3 mm rata-rata sebesar $2,6^\circ$ dari sumbu X
- Deformasi pada *Build Up* 4 mm rata-rata sebesar 4° dari sumbu X
- Deformasi pada Build Up 5 mm rata-rata sebesar $4,6^\circ$ dari sumbu X

4.4 Pengamatan Hasil Micro Etsa

Pengamatan dilakukan pada area lasan dan pada daerah HAZ (Heat Affected Zone) yaitu area yang terkena pengaruh panas akibat dari proses pengelasan. Untuk pengujiannya menggunakan 9 spesimen yang masing-masing mewakili tiap variasi pengelasan, berikut data yang diperoleh dari proses pengujian Micro Etsa :

4.4.1 Hasil Pengamatan Uji Micro Normal Gap

Pada pengujian Micro Etsa variasi pengelasan untuk Normal Gap ditunjukkan hasil sebagai berikut, dapat dilihat pada gambar 4.8, gambar 4.8A dan gambar 4.8B :



Gambar 4.8 Hasil Foto Macro Normal Gap



Gambar 4.8A Hasil Foto Micro Etsa Normal Gap Pada Area HAZ



Gambar 4.8B Hasil Foto Micro Etsa Normal Gap Pada Area *Weld Metal*

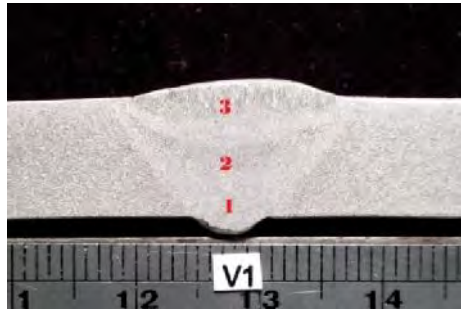
Berdasarkan dari hasil pengamatan uji micro yang diperoleh tersebut diketahui data-data mengenai komposisi dari prosentase Ferit dan Pearlite logam hasil pengelasan. Prosentase Ferit dan Pearlite dilihat menggunakan Planimetri yang menunjukkan bagian Ferit ditandai dengan bagian yang terang, sedangkan Pearlite ditunjukkan oleh bagian yang gelap. Dari keterangan diatas tersebut dapat ditunjukkan data sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.3 :

Tabel 4.3 Analisa Hasil Uji Micro Normal Gap

Treatment	HAZ		WELD METAL	
	SMAW			
	Ferit (%)	Pearlite (%)	Ferit (%)	Pearlite (%)
Normal Gap	20,62	79,38	81,35	18.65

4.4.4 Hasil Pengamatan Uji Micro Build Up 4 mm

Pada pengujian Micro Etsa variasi pengelasan untuk Build Up 4 mm ditunjukkan hasil sebagai berikut, lihat gambar 4.9, gambar 4.9A dan gambar 4.9B :



Gambar 4.9 Hasil Foto Macro Build Up 4 mm



Gambar 4.9A Hasil Foto Micro Etsa Build Up 4 mm Pada Area HAZ



Gambar 4.9B Hasil Foto Micro Etsa Build Up 4 mm Pada Area *Weld Metal*

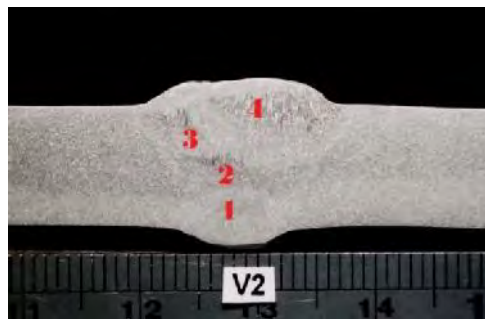
Berdasarkan dari hasil pengamatan uji micro yang diperoleh tersebut diketahui data-data mengenai komposisi dari prosentase Ferit dan Pearlite logam hasil pengelasan. Prosentase Ferit dan Pearlite dilihat menggunakan Planimetri yang menunjukkan bagian Ferit ditandai dengan bagian yang terang, sedangkan Pearlite ditunjukkan oleh bagian yang gelap. Dari keterangan diatas tersebut dapat ditunjukkan data sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.4 :

Tabel 4.4 Analisa Hasil Uji Micro Build Up 4 mm

Treatment	HAZ		WELD METAL	
	SMAW			
	Ferit (%)	Pearlite (%)	Ferit (%)	Pearlite (%)
Build Up 4 mm	16.94	83.16	72.57	27.43

4.4.3 Hasil Pengamatan Uji Micro Build Up 5 mm

Pada pengujian Micro Etsa variasi pengelasan untuk Build Up 5 mm ditunjukkan hasil sebagai berikut, lihat gambar 4.10, gambar 4.10A dan gambar 4.10B :



Gambar 4.10 Hasil Foto Macro Build Up 5 mm



Gambar 4.10A Hasil Foto Micro Etsa Build Up 5 mm Pada Area HAZ



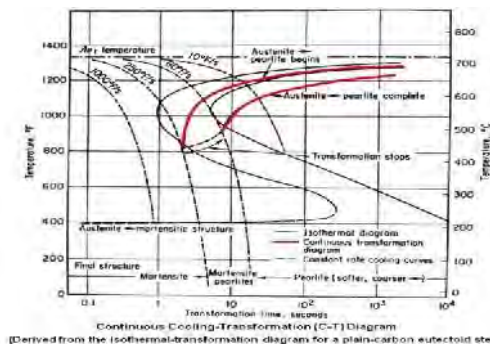
Gambar 4.10B Hasil Foto Micro Etsa Build Up 5 mm Pada Area *Weld Metal*

Berdasarkan dari hasil pengamatan uji micro yang diperoleh tersebut diketahui data-data mengenai komposisi dari prosentase Ferit dan Pearlite logam hasil pengelasan. Prosentase Ferit dan Pearlite dilihat menggunakan Planimetri yang menunjukkan bagian Ferit ditandai dengan bagian yang terang, sedangkan Pearlite ditunjukkan oleh bagian yang gelap. Dari keterangan diatas tersebut dapat ditunjukkan data sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.5 :

Tabel 4.5 Analisa Hasil Uji Micro Build Up 5 mm

Treatment	HAZ		WELD METAL	
	SMAW			
	Ferit (%)	Pearlite (%)	Ferit (%)	Pearlite (%)
Build Up 5 mm	13.79	86.21	64.73	35.27

Dari table-table diatas dapat diperoleh hasil yang menunjukkan dan diketahui bahwa semakin tinggi temperatur yang diterima sebelum dan selama pengelasan dan semakin lebar jarak Root Gap pengelasan yang berdampak pada semakin banyaknya Electrode yang diperlukan sebagai Filler dan Capping selama pengelasan maka jumlah fasa ferit dan fasa perlit akan berbeda-beda . Jumlah fasa perlit yang semakin sedikit seiring dengan besarnya temperatur preheat disebabkan karena dengan tingginya temperatur preheat maka laju pendinginan yang terjadi setelah pengelasan akan semakin lambat, hal ini apabila dilihat pada gambar 4.11 *Continuous Cooling Transformation diagram* (CCT) dengan pendinginan yang lambat maka kurva transformasi pendinginan akan bergeser ke kanan dan melewati daerah ferit.

**Gambar 4.11** Continuous Cooling-Transformation Diagram (CCT)

4.5 Analisa Hasil Uji Tarik

Dalam pelaksanaannya pengujian menggunakan tiga variasi kondisi pengelasan sebagai perbandingan untuk memperoleh data yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian, berikut data-data yang diperoleh dari ketiga variasi kondisi pengelasan, hasil pengujian:

4.5.1 Spesimen Uji Tarik Normal Gap

Dari awal proses persiapan dan proses pengelasan diperoleh data-data sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.6 serta gambar 4.12 dan gambar 4.13 :

Tabel 4.6 Data Proses Pengelasan Normal Gap

Normal Gap		
Jarak Gap	Dimensi Benda Uji (mm)	Waktu Pengelasan (detik)
$\pm 3 \text{ mm}$	300x150x10	825



Gambar 4.12 Hasil Pengelasan Normal Gap

Normal Gap		
Jarak Gap	Kebutuhan Elektroda Root (Per Joint)	Kebutuhan Elektroda Filler Pass (Per Joint)
$\pm 3 \text{ mm}$	3	7

Normal Gap			
Jarak Gap	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
$\pm 3 \text{ mm}$	23	100	1.84

Normal Gap						
Material No	Area (mm ²)	F _{Yield} (kN)	Yield (MPa)	F _{Ultimate} (kN)	Ultimate (MPa)	(%)
1.1A	195.00	70.76	362.88	97.02	497.56	17.93
1.1B	192.30	69.59	361.88	95.24	495.28	17.84
1.2A	187.30	69.75	372.42	93.86	501.09	18.42
1.2B	188.70	68.46	362.82	96.01	508.80	18.06
1.3A	175.60	63.94	364.11	87.36	497.49	20.74
1.3B	183.00	66.86	365.37	90.87	495.56	18.98

❖ Keterangan :

- Area : Luas penampang uji Tarik
- F_{Yield} : Besar gaya yang diberikan saat *Yield* pada material
- $Yield$: Tegangan saat terjadi penambahan panjang
- F_{Yield} : Besar gaya yang terjadi saat dalam kondisi *max point*
- $ultimate$: Tegangan maksimal yang mampu diterima material

Dalam pengelasan SMAW pemilihan Voltase dan pemilihan Ampere akan mempengaruhi kualitas busur selama pengelasan. Selama pengelasan *Root* atau akar las polaritas yang dipilih adalah DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) karena pengelasan membutuhkan busur atau *Arch* yang mampu menembus *Gap* agar *Root Gap* muncul. Sedangkan untuk Filler maupun Capping menggunakan polaritas DCRP (*Direct Current Reverse Polarity*) agar bentuk lasan tidak terlalu dalam dan dapat mengisi dengan baik.



Gambar 4.13 Hasil Pengujian Normal Gap

4.5.2 Spesimen Uji Tarik Build Up 4 mm

Dari awal proses persiapan dan proses pengelasan diperoleh data-data sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.7 serta pada gambar 4.14 dan gambar 4.15 :

Tabel 4.7 Data Proses Pengelasan Build Up 4 mm

Build Up		
Jarak Gap	Dimensi Benda Uji (mm)	Waktu Pengelasan (detik)
± 4 mm	300x150x10	860



Gambar 4.14 Hasil Pengelasan Build Up 4 mm

Build Up		
Jarak Gap	Kebutuhan Elektroda Root (Per Joint)	Kebutuhan Elektroda Filler Pass (Per Joint)
± 4 mm	3	7

Build Up			
Jarak Gap	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
$\pm 4 \text{ mm}$	20 / 23	100	1.40

Build Up						
Material No	Area (mm ²)	F _{Yield} (kN)	Yield (MPa)	F _{Ultimate} (kN)	Ultimate (MPa)	(%)
2.1A	186.20	53.36	286.58	63.47	340.86	20.07
2.1B	192.10	55.76	290.26	65.13	339.02	23.32
2.2A	193.40	51.99	268.81	64.57	333.87	18.72
2.2B	189.20	51.09	270.03	63.03	333.12	20.70
2.3A	189.20	54.14	286.15	63.26	334.37	19.88
2.3B	195.50	57.03	291.73	65.64	335.75	26.92



Keterangan :

- Area : Luas penampang uji Tarik
- F_{Yield} : Besar gaya yang diberikan saat *Yield* pada material
- σ_{Yield} : Tegangan saat terjadi penambahan panjang
- F_{Yield} : Besar gaya yang terjadi saat dalam kondisi *max point*
- $\sigma_{ultimate}$: Tegangan maksimal yang mampu diterima material

Dalam pengelasan SMAW pemilihan Voltase dan pemilihan Ampere akan mempengaruhi kualitas busur selama pengelasan. Selama pengelasan *Root* atau akar las polaritas yang dipilih adalah DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) karena pengelasan membutuhkan busur atau *Arch* yang mampu menembus *Gap* agar *Root Gap* muncul. Sedangkan untuk Filler maupun Capping menggunakan polaritas DCRP (*Direct Current Reverse Polarity*) agar bentuk lasan tidak terlalu dalam dan dapat mengisi dengan baik.



Gambar 4.15 Hasil Pengujian Build Up 4 mm

4.5.3 Spesimen Uji Tarik Build Up 5 mm

Dari awal proses persiapan dan proses pengelasan diperoleh data-data sebagai berikut, ditunjukkan pada table 4.8 serta pada gambar 4.16 dan gambar 4.17 :

Tabel 4.8 Data Proses Pengelasan Build Up 5 mm

Build Up		
Jarak Gap	Dimensi Benda Uji (mm)	Waktu Pengelasan (detik)
$\pm 5 \text{ mm}$	300x150x10	1070



Gambar 4.16 Hasil Pengelasan Build Up 5 mm

Build Up		
Jarak Gap	Kebutuhan Elektroda Root (Per Joint)	Kebutuhan Elektroda Filler / Pass (Per Joint)
± 5 mm	4	10

Build Up			
Jarak Gap	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
± 5 mm	23	100	1.55

Build Up						
Material No	Area (mm ²)	F Yield (kN)	Yield (MPa)	F Ultimate (kN)	Ultimate (MPa)	(%)
3.1A	193.70	51.32	264.96	63.93	330.05	22.35
3.1B	193.70	54.93	283.56	64.86	334.83	20.97
3.2A	194.80	52.17	267.82	64.30	330.09	18.72
3.2B	191.50	52.73	275.37	62.98	328.88	18.97
3.3A	182.90	54.25	296.62	61.02	333.62	20.70
3.3B	195.00	55.18	282.97	64.81	332.37	23.24



Keterangan :

- Area : Luas penampang uji Tarik
- F_{Yield} : Besar gaya yang diberikan saat *Yield* pada material
- $Yield$: Tegangan saat terjadi penambahan panjang
- F_{Yield} : Besar gaya yang terjadi saat dalam kondisi *max point*
- $ultimate$: Tegangan maksimal yang mampu diterima material

Dalam pengelasan SMAW pemilihan Voltase dan pemilihan Ampere akan mempengaruhi kualitas busur selama pengelasan. Selama pengelasan *Root* atau akar las polaritas yang dipilih adalah DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) karena pengelasan membutuhkan busur atau *Arch* yang mampu menembus *Gap* agar *Root Gap* muncul. Sedangkan untuk Filler maupun Capping menggunakan polaritas DCRP (*Direct Current*

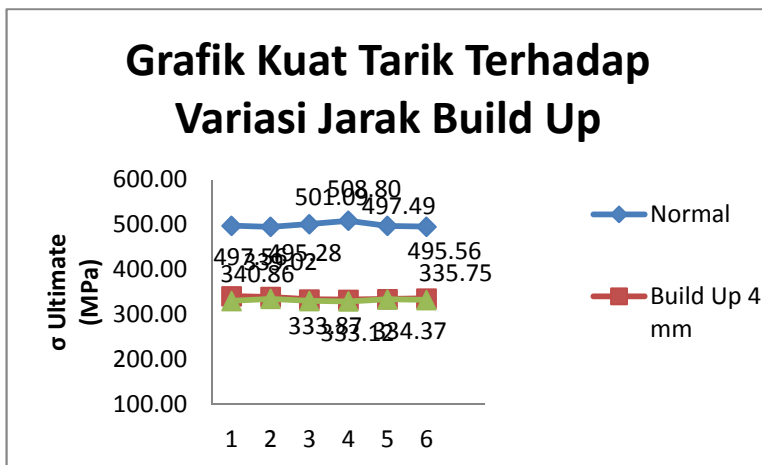
Reverse Polarity) agar bentuk lasan tidak terlalu dalam dan dapat mengisi dengan baik.



Gambar 4.17 Hasil Pengujian Build Up 5 mm

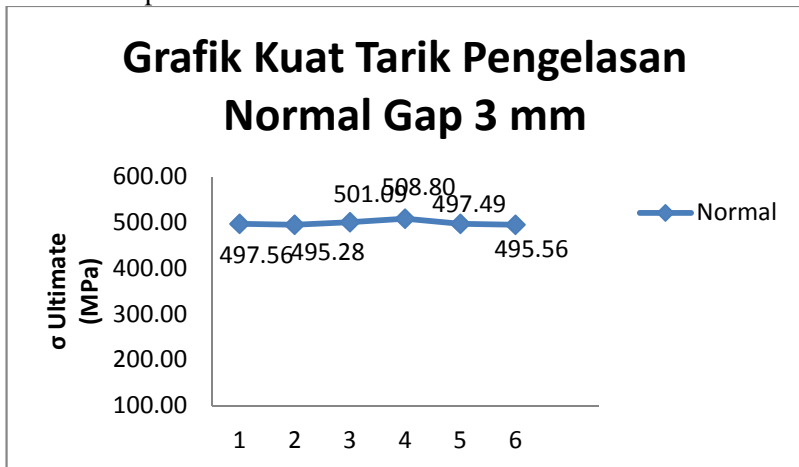
4.5.4 Pembahasan Pengujian

Setelah semua data diperoleh ditunjukkan hasil perbandingan dengan grafik kuat tarik sebagai berikut :

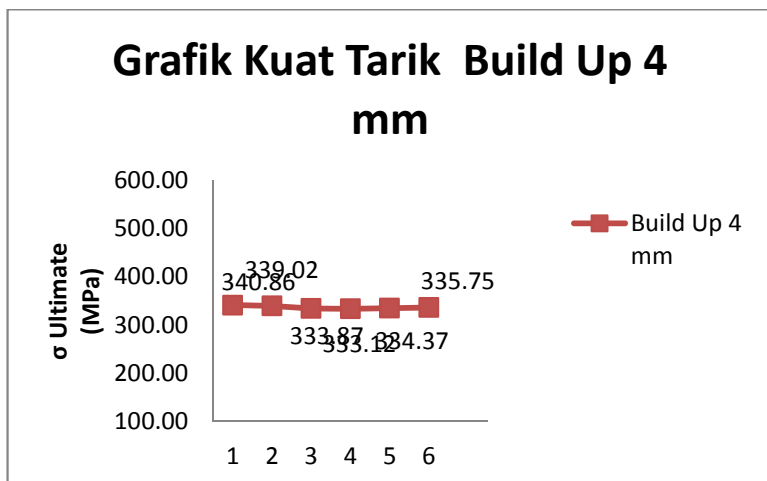


Gambar 4.18 Grafik Kuat Tarik Terhadap Variasi Jarak Build Up

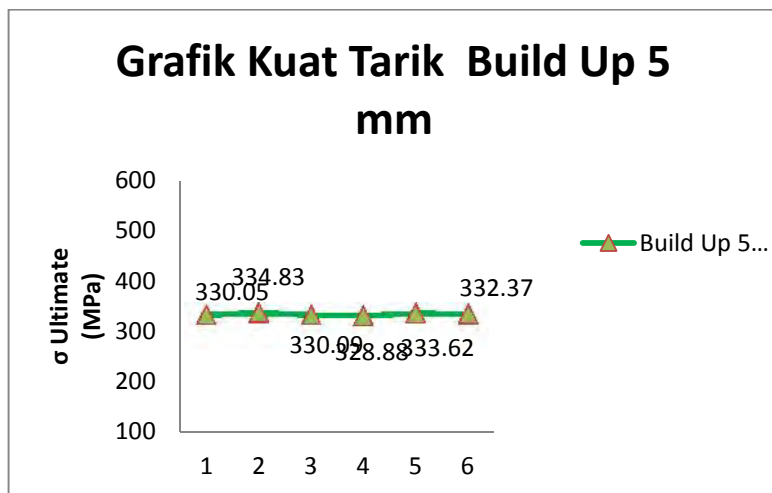
Gambar 4.18 menjelaskan bahwa grafik diatas menunjukkan perbedaan dari segi kekuatan Tarik material uji penelitian. Pada grafik material pengelasan normal tanpa variasi *Build Up* ditunjukkan dengan grafik berwarna biru menunjukkan angka kuat Tarik 400 – 500 MPa sesuai dengan table kuat Tarik material ASTM A36. Sedangkan untuk penelitian dengan variasi pengelasan *Build Up* 4 mm dan 5 mm (grafik warna merah dan hijau) kekuatan tariknya berada pada angka 300 – 350 MPa lebih rendah dan kurang dari kuat Tarik yang seharusnya didapatkan oleh material ASTM A36 pada kondisi normal.



Gambar 4.19 Grafik Kuat Tarik Pengelasan Normal Gap 3 mm



Gambar 4.20 Grafik Kuat Tarik Build Up 4 mm

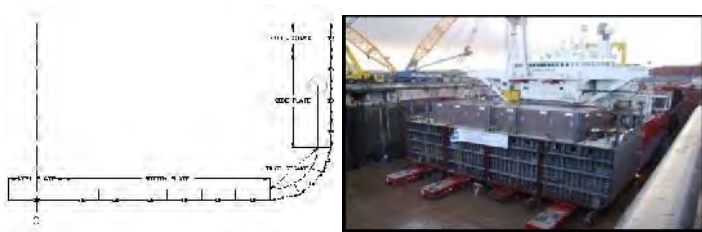


Gambar 4.21 Grafik Kuat Tarik Build Up 5 mm

Dari pembacaan grafik diatas, ditunjukkan pada gambar 4.19 sampai dengan gambar 4.21 menunjukkan pengelasan dengan *Build Up* memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pengelasan tanpa *Build Up*. Penurunan kuat tarik tersebut berkaitan dengan semakin banyaknya panas yang diterima akibat jarak *root gap* yang diperlebar dan penambahan *Build Up* mengakibatkan *stucture micro* ikut mengalami perubahan baik pada daerah sekitar HAZ dan area *weld metal*, perubahan ini secara drastic mempengaruhi kekuatan dari material. Untuk data-data hasil penelitian lebih lengkap dapa dilihat pada lampiran A : Data Hasil Pengujian

4.6 Aplikasi Material Pada Badan Kapal

Untuk pengaplikasiannya pada badan kapal material dengan ketebalan 10 mm biasanya digunakan untuk pembuatan *side plate* dan *sheer strake*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.22 Aplikasi Material Pada Badan Kapal dibawah ini



Gambar 4.22 Aplikasi Material Pada Badan Kapal

Melihat dari pengaplikasiannya pada *side plate* dan *sheer strake* penyambungan bagian tersebut saat proses *joint block* atau *erection* sangat rawan terjadi kesalahan dalam *alignment* salah satunya antara lain saat fitting pengelasan, kesalahan dalam hal ini dapat mengakibatkan

terjadinya resiko *gap* yang terlalu lebar atau sebaliknya, dari keadaan tersebut simulasi penelitian dapat diaplikasikan dalam pertimbangan untuk proses fitting pada kapal.

4.7 Analisa Biaya Pengerjaan

Selama penelitian ini dilaksanakan rincian biaya dalam pengerjaan setiap proses pengerjaan dicatat untuk mengetahui dan dijadikan acuan jika dimungkinkan akan melakukan ataupun melanjutkan penelitian yang serupa. Berikut rincian anggaran yang dikeluarkan terdapat pada tabel 4.9 Analisa Biaya Proses Pengelasan dan Pengujian dibawah ini :

Tabel 4.9 Analisa Biaya Proses Pengelasan dan Pengujian

Perlakuan	Biaya Material	Biaya Pekerja
Normal Gap	Rp 1.200.000,-	Rp 80.000,-
Build Up 4 mm	Rp 1.200.000,-	Rp 80.000,-
Build Up 5 mm	Rp 1.200.000,-	Rp 80.000,-
Σ Total	Rp 3.840.000,-	

Pengujian Tensile	
Perlakuan	Biaya
Normal Gap x 6 Joint	Rp 360.000,-
Build Up 4 mm x 6 Joint	Rp 360.000,-
Build Up 5 mm x 6 Joint	Rp 360.000,-
Σ Total	Rp 1080.000,-

Pengujian Micro Etsa	
Perlakuan	Biaya
Normal Gap x 3 Joint	Rp 300.000,-
Build Up 4 mm x 3 Joint	Rp 300.000,-
Build Up 5 mm x 3 Joint	Rp 300.000,-
Σ Total	Rp 900.000,-

Pemotongan Pelat	
Material	Pemotongan
Normal Gap	Rp 125.000,-
Build Up 4 mm	Rp 125.000,-
Build Up 5 mm	Rp 125.000,-
Σ Total	Rp 375.000,-

Perlakuan	Total
Normal Gap	Rp 2.065.000,-
Build Up 4 mm	Rp 2.065.000,-
Build Up 5 mm	Rp 2.065.000,-
Σ Total	Rp 6.195.000,-

Biaya tersebut berdasarkan dari kebutuhan material yang digunakan dan ketebalan material yang digunakan yaitu 300 mm x 150 mm x 10 mm per pelat. Untuk jenis dan ukuran berbeda biaya yang dibutuhkan akan berbeda.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

❖ **Analisa Uji Tarik**

➤ **Uji Tarik Normal Gap**

Kuat tarik dari keenam specimen uji mempunyai hasil nilai rata-rata sebesar 499,30 Mpa, rata-rata nilai *elongation*nya adalah 18,66 %, dan rata-rata nilai yield adalah 364,91 Mpa

➤ **Uji Tarik Build Up 4 mm**

Kuat tarik dari keenam specimen uji mempunyai hasil nilai rata-rata sebesar 336,16 Mpa, rata-rata nilai *elongation*nya adalah 21,60 %, dan rata-rata nilai yield adalah 282,26 Mpa

➤ **Uji Tarik Build Up 5 mm**

Kuat tarik dari keenam specimen uji mempunyai hasil nilai rata-rata sebesar 331,64 Mpa, rata-rata nilai *elongation*nya adalah 20,82 %, dan rata-rata nilai yield adalah 278,55 Mpa

- ❖ Dari data yang didapatkan hasil dari perbandingan nilai kekuatan Tarik, *elongation* dan yield untuk pengujian normal *gap* memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan penambahan *Build Up* 4 mm dan 5 mm karena dilihat dari jumlah *layer* atau *Filler* selama pengelasan lebih ideal dan jarak dan temperature yang diterima material selama proses pengelasannya jika dibandingkan dengan pemberian variasi *Build Up* yang membutuhkan lebih lama proses pengelasannya.

- ❖ Dari keadaan pengujian Tarik juga terlihat hasil pengujian menunjukkan “Break” terjadi diluar area pengelasan, tetapi terjadi pada area HAZ karena daerah ini banyak mengalami efek dari hasil pengelasan terutama efek panas yang membuat structure material atau mikronya ikut berubah, efek yang terjadi membuat area HAZ rawan menerima beban yang besar sehingga kemungkinan untuk terjadi *fatigue* lebih besar dibandingkan dengan *weld metal* yang disambung secara metalurgi dengan *electrode* yang komposisinya sama atau mirip dengan kekuatan Tarik yang ditambahkan dari *electrode*. Sebagai catatan kuat Tarik material ASTM A36 adalah antara range 400 – 550 MPa sedangkan *electrode* yang dipakai untuk mengelas ada 2 macam yaitu E 1716 dan E 1718, keduanya memiliki kuat Tarik yang lebih baik dibandingkan *base metal* A36 sendiri

❖ **Analisa Micro Etsa**

Berdasarkan hasil pengujian micro etsa pada penelitian ini dapat dilihat persentase Ferit dan Pearlite yang berbeda-beda pada tiap kondisi variasi yang diberikan. Data yang dilihat di fokuskan pada area HAZ dan *weld metal* karena area tersebut yang mengalami perubahan *structure* yang signifikan akibat dari proses pengelasan. Untuk area HAZ dari ketiga variasi menunjukkan komposisi Pearlite lebih besar dibandingkan dengan komposisi Ferit, sedangkan pada area *weld metal* komposisi Ferit lebih besar dibandingkan komposisi Pearlite. Semakin tinggi tingkat persentase Pearlite akan menyebabkan material menjadi getas atau *Brittle* dan semakin tinggi tingkat persentase Ferit pada material akan menyebabkan material menjadi ulet atau *Ductile*. Berdasarkan hal tersebut rata-rata pengujian Tarik menunjukkan specimen uji putus di area HAZ yang memiliki komposisi Pearlite yang lebih tinggi bukan pada area *weld metal* yang tingkat Ferit lebih tinggi dibandingkan tingkat Pearlitenya.

❖ **Analisa Deformasi**

Deformasi yang ditimbulkan akibat pengelasan dan penambahan *Build Up* menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu tinggi, hal tersebut dimungkinkan karena dimensi yang digunakan tidak terlalu besar sehingga hasil yang ditimbulkan tidak berdampak drastis. Deformasi yang muncul lebih disebabkan oleh perbedaan banyaknya pemakaian *electrode* dan proses *preheat* selama pengelasan. Dari data yang didapat menunjukkan :

❖ **Analisa Biaya**

Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui penelitian ini memerlukan biaya yang relative tinggi dengan nilai total sebesar Rp 6.195.000,- dengan rincian :

- Pembelian Material dan Pengelasan = Rp 3.840.000,-
- Pengujian Tensile = Rp 1.080.000,-
- Pengujian Micro Etsa = Rp 900.000,-
- Pemotongan Pelat = Rp 375.000,-
- Total Biaya = Rp 6.195.000,-

5.2 Saran

Dalam pengujian yang telah dilakukan dapat disarankan bahwa untuk melakukan proses *fitting* pengelasan yang benar agar tidak terjadi kerugian dalam proses pengelasan. Penambahan *Build Up* akan menurunkan kuat tarik material dan menurunkan kualitas sambungan. Pengerjaan setiap proses harus mengikuti standard yang sudah diatur, berdasarkan data-data yang diperoleh dapat dilihat perbedaan yang terjadi dan akibat dari hasil yang ditimbulkan akibat dari variasi yang dilakukan, data tertinggi didapatkan dari pengelasan normal gap dengan selisih yang cukup tinggi.

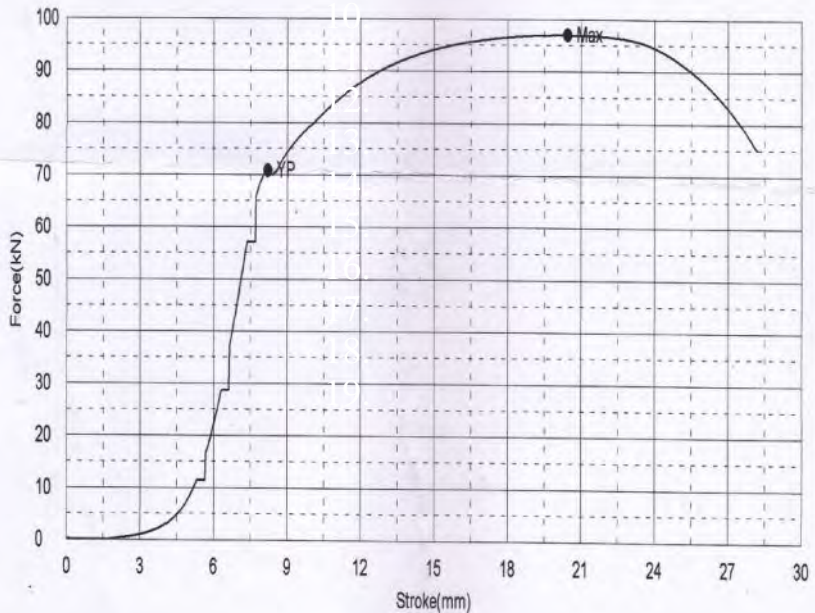
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V1.1 A	10.0000	19.5000	0.0001

Name	Area	Yield Force	Yield Stress	Max Force	Max Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V1.1 A	195.00	70.76	362.88	97.02	497.56



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Materi: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

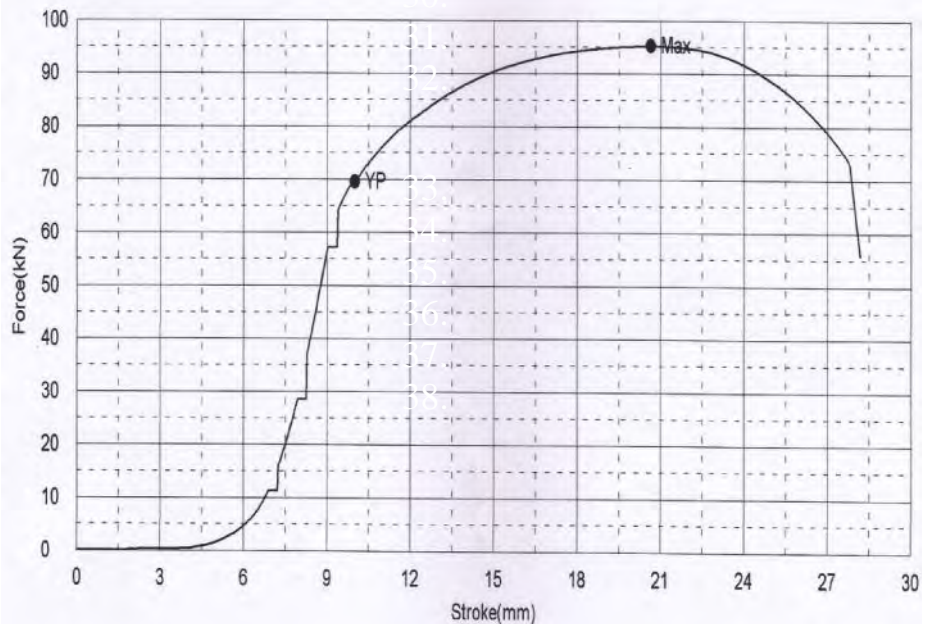
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V1.1 B	10.0000	19.2300	0.0001

Name	Area	Yield Force	Yield Stress	Max Force	Max Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V1.1 B	192.30	69.50	361.88	95.24	495.28



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

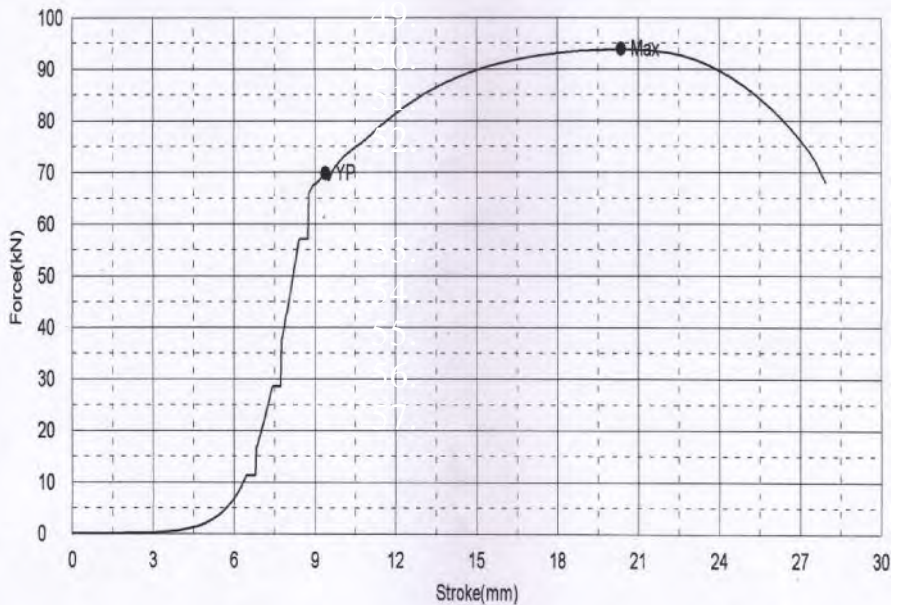
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V1.2 A	10.0000	18.7300	0.0001

Name	Area	Yield Force	Yield Stress	Max Force	Max Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V1.2 A	187.30	69.75	372.42	93.86	501.09



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

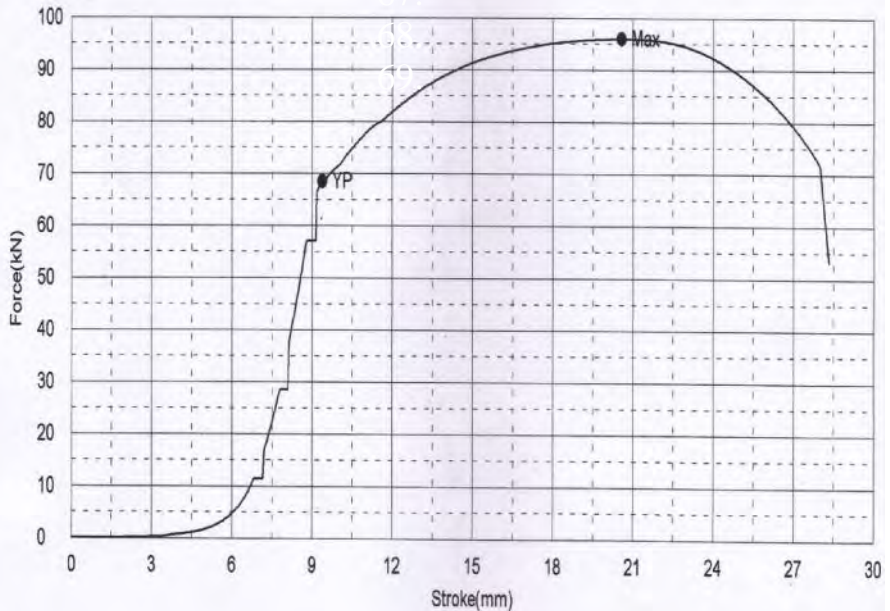
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V1.2 B	10.0000	18.8700	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V1.2 B	188.70	68.48	362.82	96.01	508.80



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

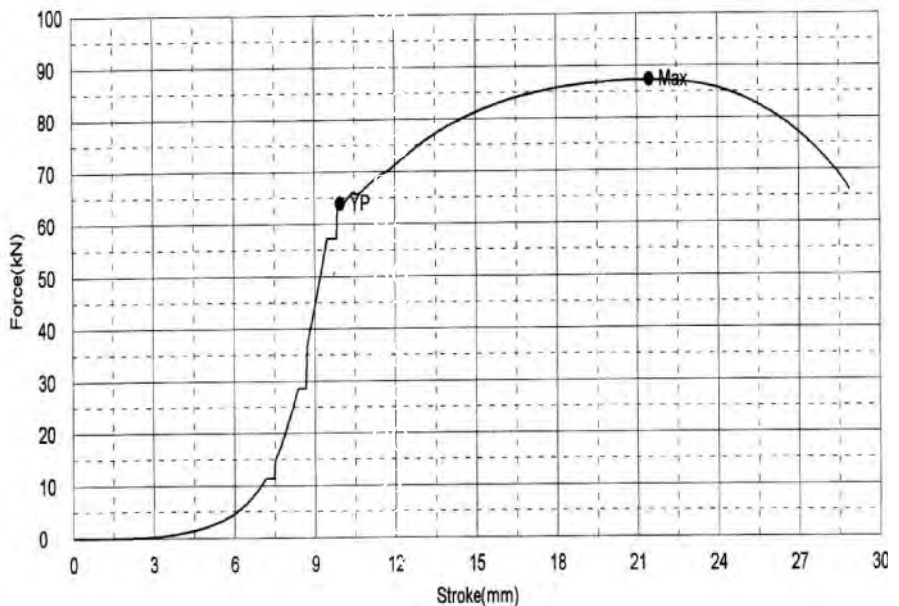
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V1.3 A	10.0000	17.5600	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V1.3 A	175.60	63.94	364.11	87.36	497.49



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

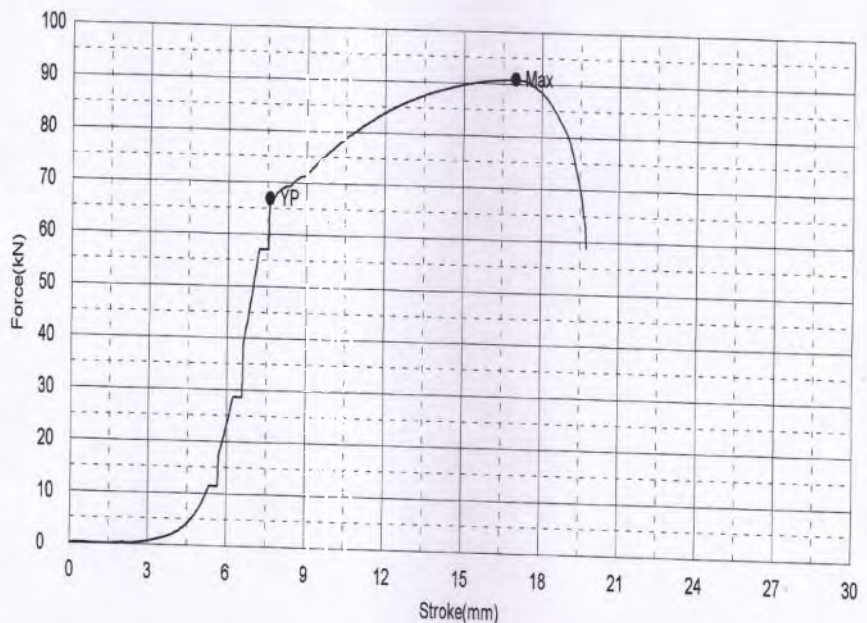
Referensi: ASME IX

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V1.3 B	10.0000	18.3000	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V1.3 B	183.00	66.86	365.37	90.87	496.56



Comment

Spesimen putus pada Logam Las (Weld Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

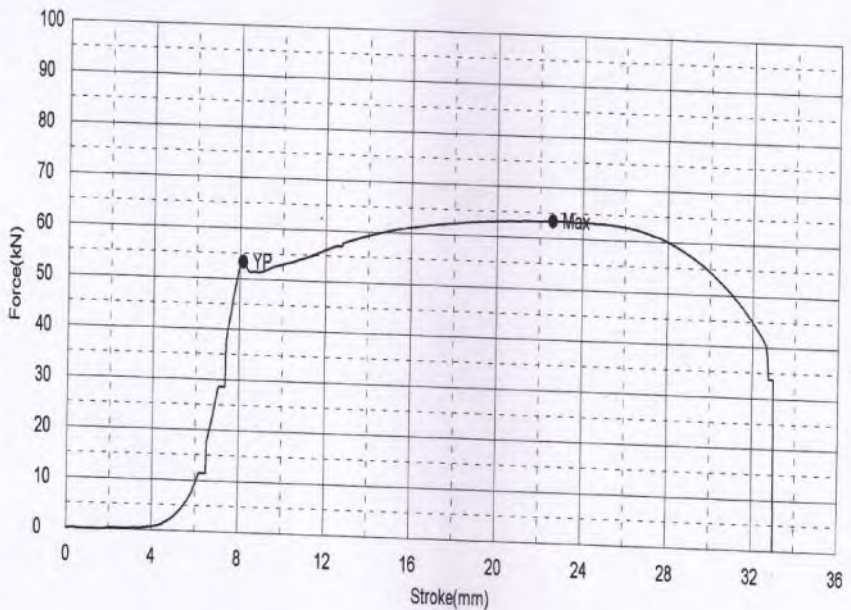
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V2.1 A	10.0000	18.6200	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V2.1 A	186.20	53.36	286.58	63.47	340.86



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

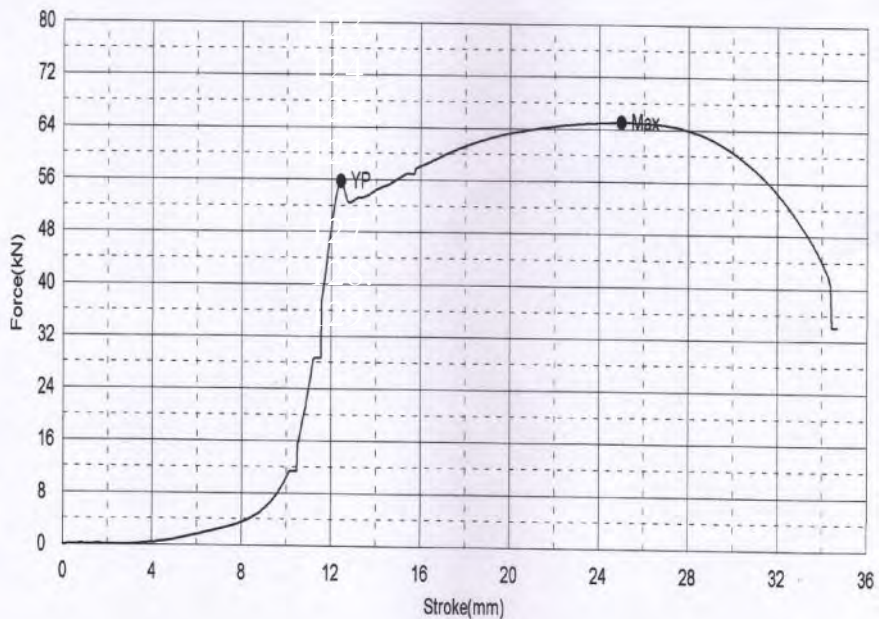
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V2.1 B	10.0000	19.2100	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V2.1 B	192.10	55.76	290.26	65.13	339.02



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

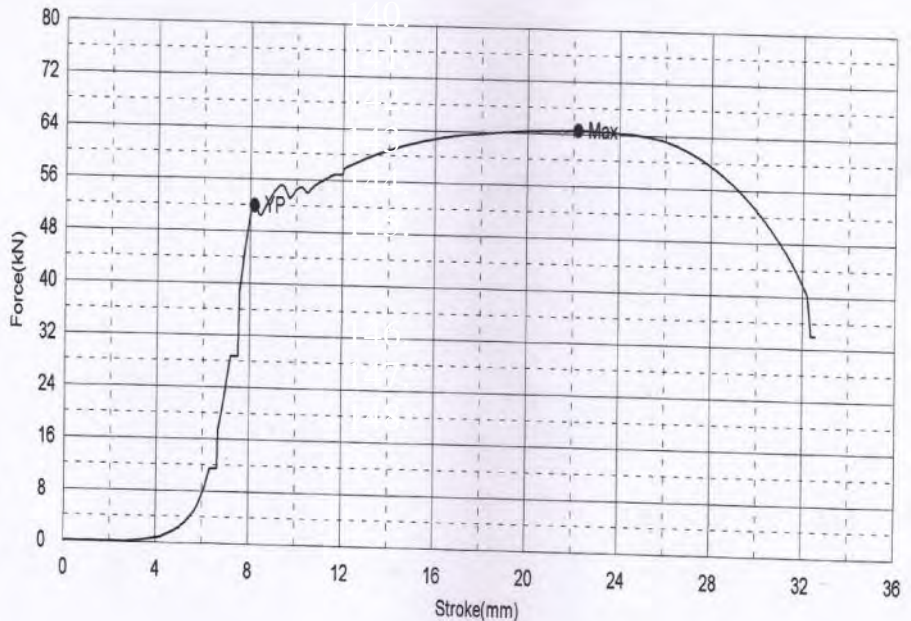
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V2.2 A	10.0000	19.3400	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V2.2 A	193.40	51.39	268.81	64.57	333.87



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

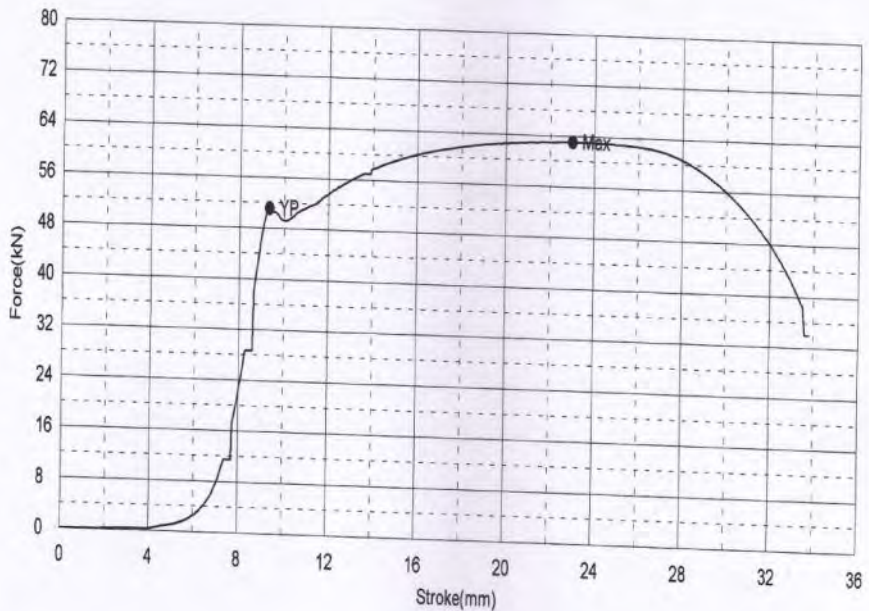
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V2.2 B	10.0000	18.9200	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V2.2 B	189.20	51.09	270.03	63.03	333.12



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

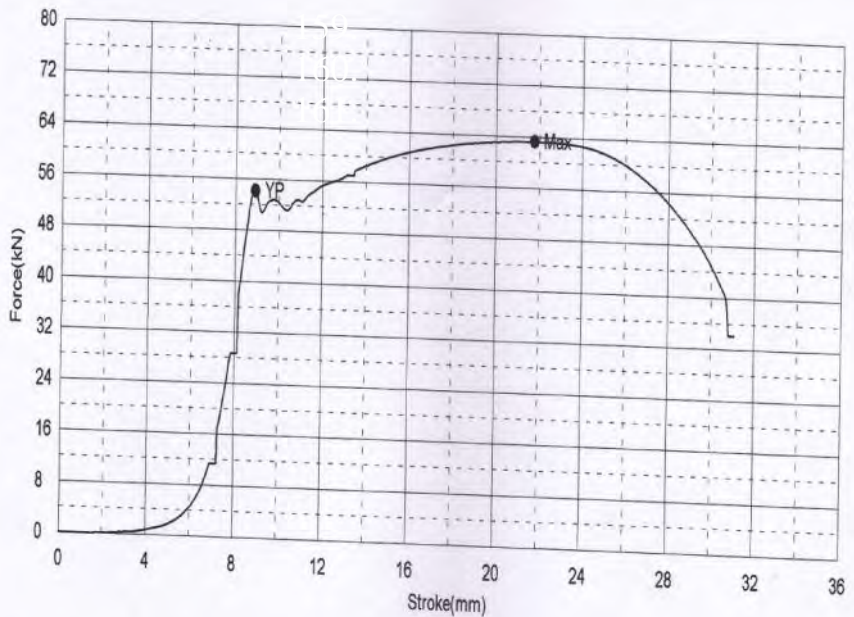
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
LABORATORIUM UJI BAHAN

149

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V2.3 A	10.0000	13.9200	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V2.3 A	189.20	54.14	286.15	63.26	334.37



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

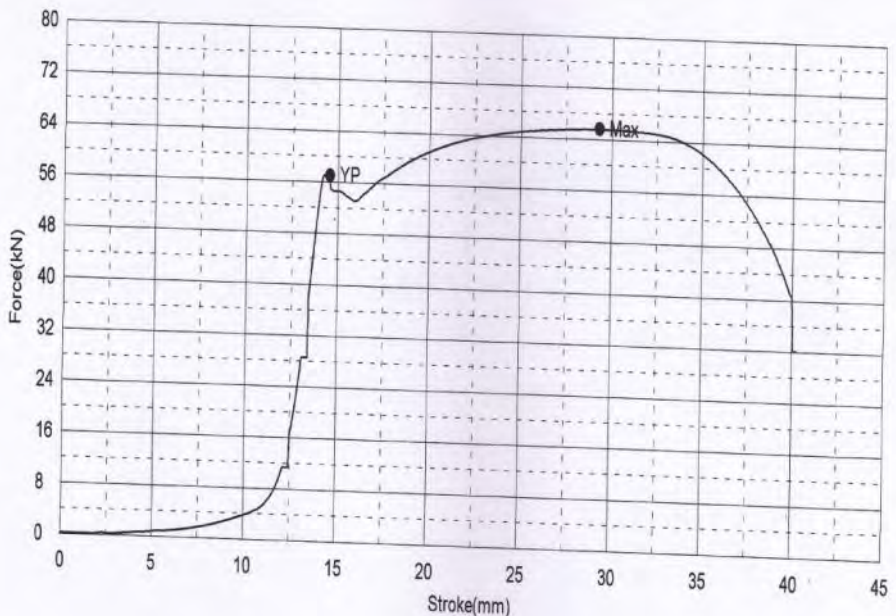
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V2.3 B	10.0000	19.5500	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V2.3 B	195.50	57.03	291.73	65.64	335.75



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

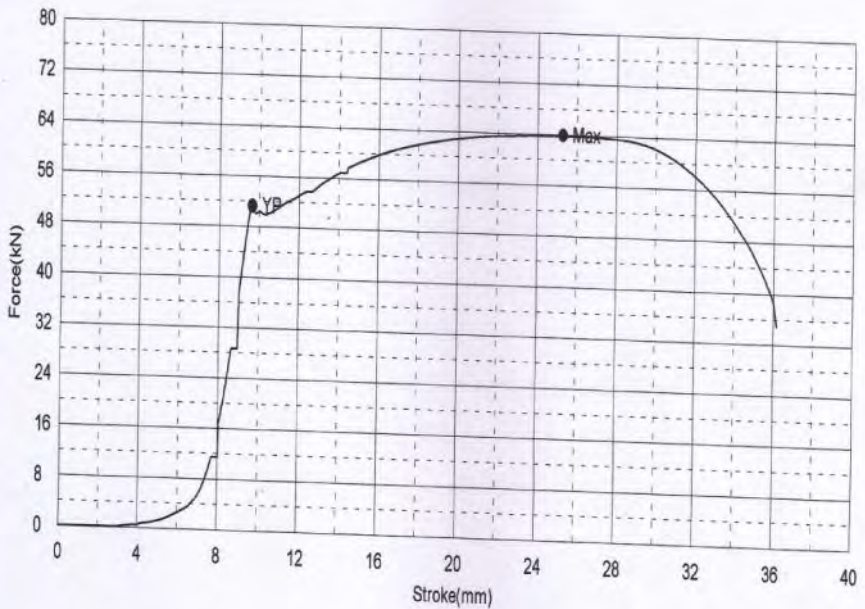
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V3.1 A	10.0000	19.3700	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V3.1 A	193.70	51.32	264.96	63.93	330.05



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

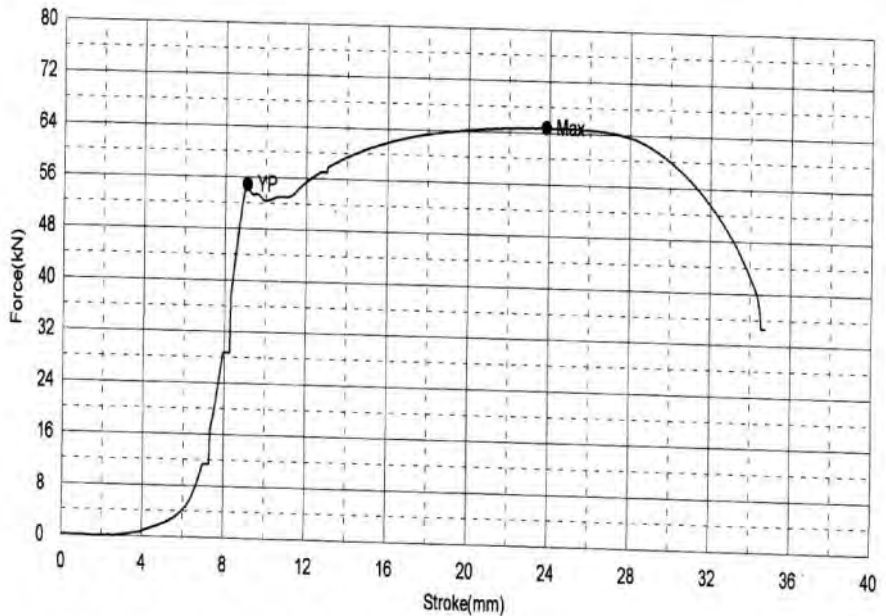
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V3.1 B	10.0000	19.3700	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V3.1 B	193.70	54.93	283.56	64.86	334.83



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

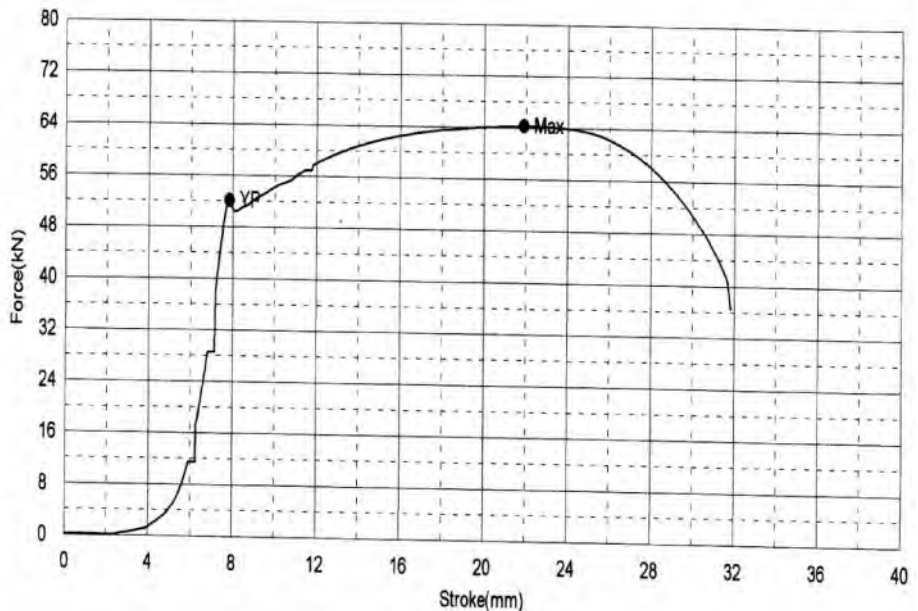
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V3.2A	10.0000	19.4800	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V3.2A	194.80	52.17	267.82	64.30	330.09



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

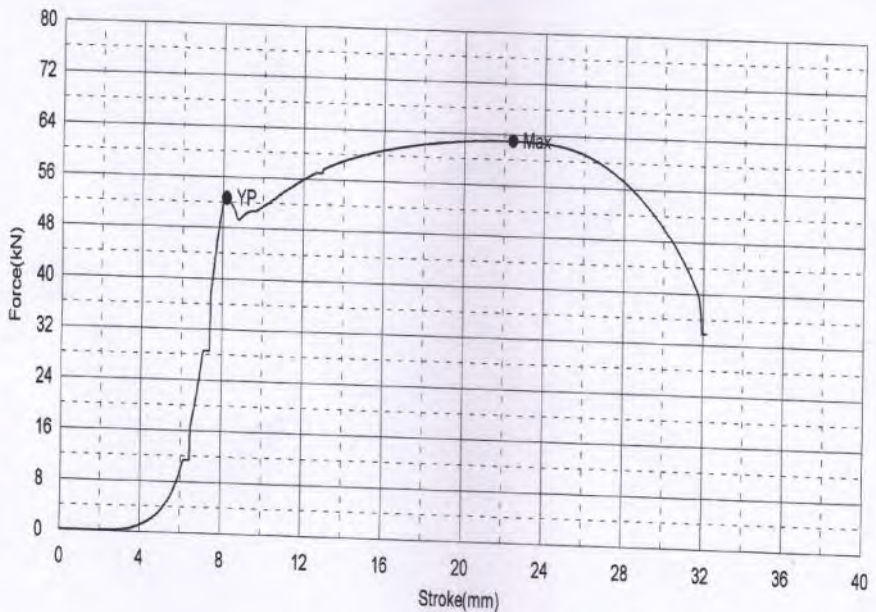
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V3.2 B	10.0000	19.1500	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V3.2 B	191.50	52.73	275.37	62.98	328.88



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

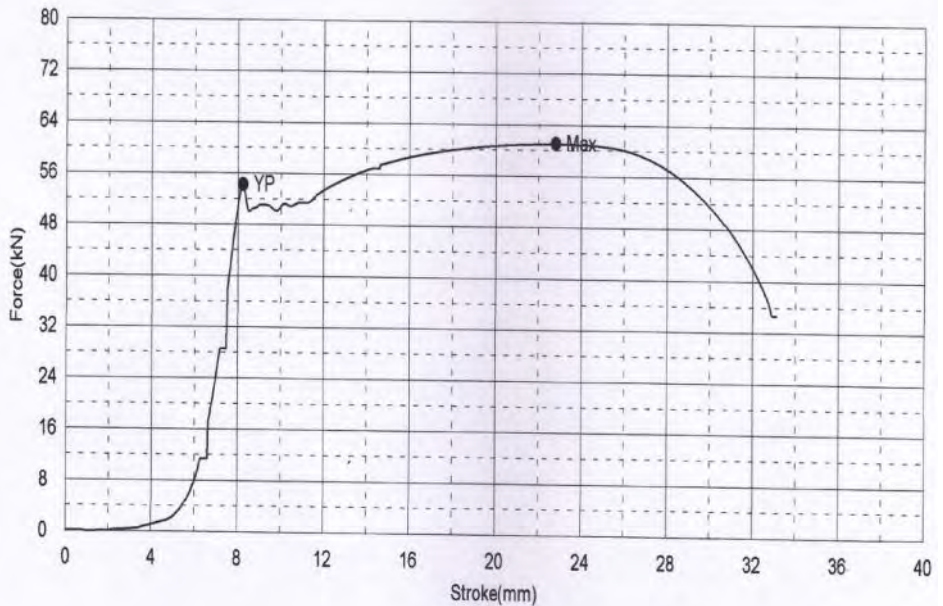
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
V3.3 A	10.0000	18.2900	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
V3.3 A	182.90	54.25	296.62	61.02	333.62



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

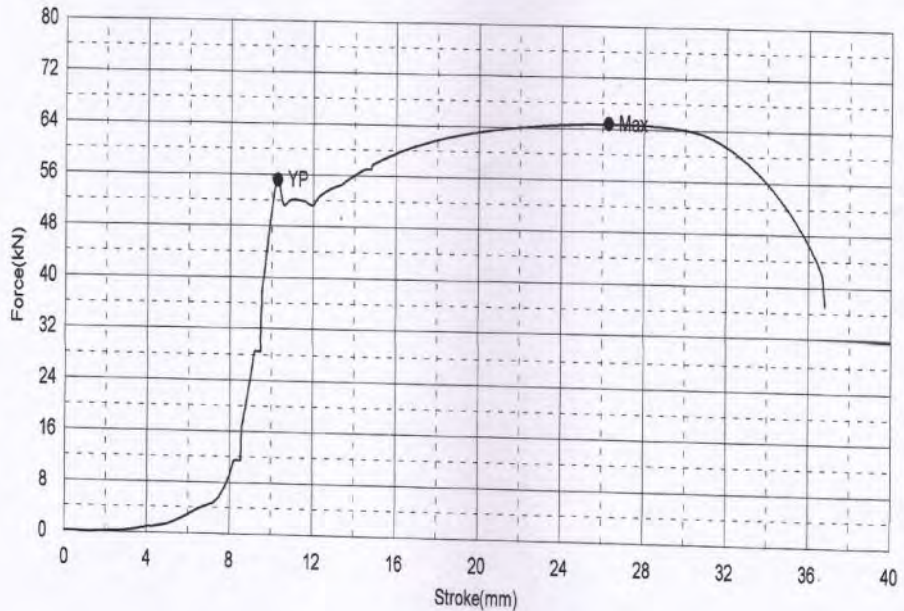
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

LABORATORIUM UJI BAHAN

Shape: Plate

	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
3.3 B	10.0000	19.5000	0.0001

Name	Area	Yield_Force	Yield_Stress	Max_Force	Max_Stress
Parameter		0.1 %/FS	0.1 %/FS		
Units	mm ²	kN	MPa	kN	MPa
3.3 B	195.00	55.18	282.97	64.81	332.37



Comment

Spesimen putus pada Logam Induk (Base Metal)

Perusahaan/Instansi: Sdr. Rio Vilda Bayu A.

Jur. T. Sistem Perkapalan FTK-ITS

Material: SA36 tebal 10 mm

Proses Las/Posisi: SMAW / 1G

Referensi: ASME IX

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ASME IX: Welding and Brazing Qualifications.
- [2]. ASME VIII: Rules for Construction of Pressure Vessels, Division I.
- [3]. ASTM A370: Standart Test Method And Definition for Mchanical Testing of Steel Product.
- [4]. BKI 2006, Volume VI, Section 11: Mechanical and Technological Test.
- [5]. Definisi Pengelasan Dasar.2012 Diambil dari <http://tehnik-pengelasan.blogspot.com>. Terakhir diakses pada September 2014
- [6]. Zamil Moch Farid, 2009 Proses Pengelasan Listrik. Diambil dari. <http://las-listrik.blogspot.com>. Terakhir diakses pada November 2014
- [7]. Anonymous. Jenis-jenis Kampuh Lasa dan Penjelasan. Diambil Dari. . http://artikel_ilmiah.blogspot.com. Terakhir diakses pada November 2014
- [8]. Anonymous. Prosedur Uji Tarik 2014. Diambil dari <http://www.alatuji.com/article/detail/2/uji-tarik>. Terakhir diakses pada November 2014
- [9]. Callister, Willey 2007. Materials Science and Engineering And Introduction 7e
- [10]. Winarto, PhD. (2011), *Pelatihan Introduction To Welding Engineer*, Asosiasi Pengelasan Indonesia, Jakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jember pada 02 Desember 1991 dengan nama lengkap Rio Vilda Bayu Anggara yang merupakan anak Pertama dari dua bersaudara dari pasangan Mahmud Riyadi dan Anis Suningsih. Penulis telah menempuh pendidikan formal yakni di SDN 3 Bangsalsari, SMPN 1 Rambipuji, SMAN 4 Jember, D3 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya-ITS dan

terakhir melanjutkan pendidikannya di ITS Surabaya melalui program lintas jalur mengambil jurusan Teknik Sistem Perkapalan pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 4212105014. Selama masa perkuliahan, penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT. ALSTOM ESI. Penulis juga aktif baik sebagai panitia maupun peserta dalam beberapa event yang diselenggarakan oleh jurusan dan institut. Pada tahun 2015, penulis menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.

